

Universidad Nacional de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Geológica
Minera y Metalúrgica



**Diagnóstico de la Industria de Fundición
no Ferrosa**

TESIS
Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO METALURGISTA

Jonel Alfonso Heredia Grados

POMOCION 1975 - 1

Lima - Perú - 1977

Lima, 17 de 02 de 1978

Habiendo la Facultad de Ing. Mec., Metal. y Metalurgia
otorgado el título de Ingeniero Metalurgista
a don Joel Alfonso Parada Prado
8664 • archívese esta Tesis

A MI QUERIDA MADRE
A MI ABUELO NICANOR
A MI TIA ESTHER
quienes han hecho posible
la culminación de este tra-
bajo.

A G R A D E C I M I E N T O

Deseo expresar mi sincera gratitud a la Universidad Nacional de Ingeniería, institución que imparte la fuente inagotable y necesaria de los conocimientos a generaciones de -
estudiantes.

Asimismo, hago extensivo mi agradecimiento a todos los miembros del Departamento de Metalurgia por su decidido apoyo y colaboración desinteresada durante mi permanencia en las aulas.

A mis compañeros de promoción, con quienes he compartido las vivencias mas significativas de mi vida.

I N D I C E

PAGINA

INTRODUCCION

| | |
|--|----|
| I. GENERALIDADES | 3 |
| 1.1 Ambito del Estudio | 4 |
| 1.2 Importancia de la Industria de Fundición No Fe- rrosa | 4 |
| II. ASPECTOS DE MERCADO | 6 |
| 2.1 Producción Nacional | 7 |
| 2.1.1 Principales Empresas Productoras | 7 |
| 2.1.2 Localización | 7 |
| 2.1.3 Serie Histórica de Producción | 9 |
| 2.1.4 Tamaño de las Empresas | 15 |
| 2.2 Importaciones | 16 |
| 2.3 Exportaciones | 17 |
| 2.4 Demanda Interna Aparente | 17 |
| 2.4.1 Grado de Cobertura del Consumo Interno | 22 |
| 2.5 Comercialización | 22 |
| 2.5.1 Comercialización Interna | 22 |

| | PAGINA |
|--|--------|
| 2.5.2 Comercialización Externa | 22 |
| 2.6 Precios | 23 |
| III. ASPECTOS ECONOMICOS | 25 |
| 3.1 Valor Bruto de Producción | 26 |
| 3.2 Valor Agregado | 28 |
| 3.3 Insumos | 30 |
| 3.3.1 Principales Insumos | 30 |
| 3.3.2 Materiales y Productos Auxiliares de Producción | 36 |
| 3.3.3 Precios | 39 |
| 3.4 Capital Accionario | 40 |
| 3.5 Modelo de Planta | 40 |
| 3.6 Personal Ocupado | 44 |
| 3.7 Productividad | 46 |
| IV. ASPECTOS TECNICOS | 48 |
| 4.1 Procesos de Producción | 49 |
| 4.2 Capacidad Instalada | 51 |
| 4.3 Control de Calidad y Normas Técnicas | 51 |

| | PAGINA |
|---|--------|
| 4.3.1 Control de Calidad de los Insumos | 51 |
| 4.3.2 Control de Calidad durante el Proceso | 54 |
| 4.3.3 Control de Calidad del Producto | 56 |
| 4.3.4 Normas Técnicas | 56 |
| 4.4 Calidad de la Mano de Obra | 56 |
| 4.5 Tecnología, Investigación y Desarrollo Tecnológico | 58 |
| 4.5.1 Tecnología | 58 |
| 4.5.2 Investigación y Desarrollo Tecnológico | 59 |
| V. INFORMACION TECNICA PARA EL DESARROLLO EN EL PERU DE LA FUNDICION DE COBRE Y SUS ALEACIONES | 60 |
| VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 89 |
| 6.1 Conclusiones | 90 |
| 6.2 Recomendaciones | 90 |
| A N E X O S | 93 |
| No.1 PRODUCCION MUNDIAL DE PIEZAS FUNDIDAS NO FERROSAS | 94 |
| No.2 LA FUNDICION NO FERROSA EN EL JAPON | 96 |
| A. PRODUCCION | 96 |
| B. PERSONAL OCUPADO | 97 |

| | PAGINA |
|---|------------|
| C. NUMERO DE EMPRESAS | 97 |
| D. PRODUCTIVIDAD TM/HOMBRE | 98 |
| E. PRODUCTIVIDAD VBP/HOMBRE | 98 |
| No.3 LA FUNDICION NO FERROSA EN LA REPUBLICA FEDERAL ALE<u>MANA</u> | 99 |
| A. PRODUCCION | 99 |
| B. PORCENTAJES DE PRODUCCION TOTAL DE MATERIALES | 100 |
| C. EMPRESAS, PERSONAL Y VOLUMEN DE VENTAS | 101 |
| D. REPARTO DE EMPRESAS SEGUN EL NUMERO DE OBREROS ... | 102 |
| E. SUMINISTRO DE ALEACIONES NO FERREAS A LOS DIFE RENTES SECTORES DE COMPRAS | 103 |
| No.4 FUNDICION A PRESION | 104 |
| A. PRODUCCION MUNDIAL | 104 |
| B. PRODUCCION "PER CAPITA" EN KILOGRAMOS | 105 |
| C. CONSUMO POR SECTORES INDUSTRIALES | 106 |
| No.5 EVOLUCION DEL COSTO DE SALARIO | 107 |
| No.6 PROPIEDADES DE LAS ALEACIONES TIPCAS UTILIZADAS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ELABORACION MECANICA | 108 |
| No.7 COMPARACION APROXIMADA DE LOS METODOS DE MOLDEO | 109 |

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

El objetivo principal de esta tesis, es contribuir a tener un conocimiento realista y profundo del estado de situación de la Industria de Fundición No Ferrosa en el Perú, con la finalidad de que sirva como base para establecer medidas conducentes a su desarrollo planificado.

Este análisis de situación pone énfasis en aspectos técnicos y económicos que muestran objetivamente el grado de desarrollo que ha alcanzado esta industria a la fecha.

Desde el punto de vista técnico, se describen los tipos de productos fabricados, las materias primas, los procesos tecnológicos empleados, la capacidad de producción, el nivel tecnológico, calidad del producto y mano de obra. Dentro de los aspectos económicos se analizan los niveles de producción de esta industria y ciertos aspectos de mercado.

Además, este estudio detecta como una oportunidad de inversión atractiva la instalación de una Planta de Fundición a Presión de Metales-
No Ferrosos.

Cabe hacer notar la efectiva colaboración brindada por las empresas visitadas.

I. GENERALIDADES

1. GENERALIDADES

1.1 Ambito del Estudio

El presente estudio considera la producción de piezas fundidas de aleaciones no ferrosas.

Se hace un resumen de los diferentes tipos de procesos empleados en el país, asimismo explicación de los principios fundamentales.

No se ha tomado en cuenta la fabricación de lingotes, de aleaciones no ferrosas (aleaciones madres o ligas), por formar parte del grupo de productos intermedios.

1.2 Importancia de la Industria de Fundición no Ferrosa

El empleo de las aleaciones no ferrosas tiene su origen en la más remota antigüedad. Fué justamente una aleación de cobre y estaño la que le dió el nombre a la llamada Edad del Bronce, que siguió a la de Piedra y precedió a la de Hierro.

La industria de fundición no ferrosa es indispensable para el desarrollo de la industria automotriz, electrodoméstica construcción naval, maquinaria química, transporte, petrolera, maquinaria textil, ferretería, equipo de oficina, irrigaciones, etc.

La importancia de la industria de fundición no ferrosa en el Perú se puede visualizar en el Cuadro No.1 que toma como referencia el año 1974.

En este Cuadro se observa que mientras el volúmen de producción de la industria de fundición no ferrosa representó el 2.26% del total de la industria de fundición ferrosa el VBP. representó el 21.36%, esto significa en promedio que una unidad en peso de piezas fundidas no ferrosas tuvo diez veces más valor que las piezas ferrosas, en los años siguientes se

mantiene el mismo ratio, esta situación en el caso particular de nuestro país se debe a que más del 60% del volumen producido en fundición ferrosa son bolas para molienda de minerales y lingoteras y planchas para la industria siderúrgica cuyo precio es inferior al promedio de piezas fundidas ferrosas.

A nivel mundial una unidad en peso de piezas fundidas no ferrosas tiene en promedio 5 a 6 veces más valor que las piezas fundidas ferrosas.

CUADRO No.1

COMPARACION ENTRE LA INDUSTRIA DE FUNDICION FERROSA
Y LA INDUSTRIA DE FUNDICION NO FERROSA EN EL PERU

(REFERENCIA AÑO 1974)

| | VOLUMEN PRODUCTIVO TM | V.B.P. S/CORRIEN- TES |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Industria de Fundición Ferrosa | 52,785 | 1,135'868,046.00 |
| Industria de Fundición No Ferrosa | 1,190 | 242'610,000.00 |
| Ratio <u>Fundición Ferrosa</u> — Fundición No Ferrosa | 2.25% | 21.35% |

FUENTE: Diagnóstico de la Industria de Fundición Ferrosa y -
encuesta a las empresas de Fundición No Ferrosa.

Contando el Perú con abundancia de recursos naturales (base co
bre, base zinc) de la más alta calidad, se debe impulsar el -desarrollo de esta
industria con la finalidad de convertir a-nuestro país en un importante
exportador a nivel mundial de piezas fundidas de aleaciones no férreas

II. ASPECTOS DE MERCADO

2. ASPECTOS DE MERCADO

2.1 Producción Nacional

2.1.1 Principales empresas productoras

Se han identificado 42 empresas de esta sub-rama industrial. Se estiman 13 pequeños talleres ubicados en Lima que moldean en arena, lo que arroja un total de 55 empresas (Ver Cuadro No. 3). Más del 95% del volúmen productivo está concentrado en la zona de Lima y Callao.

Se ha efectuado una clasificación a las empresas de acuerdo a la estructura productiva que poseen, como a continuación se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 2

ESTRUCTURA DE LAS EMPRESAS

| ESTRUCTURA DE LAS EMPRESAS | LIMA | PROVINCIAS | TOTAL | % |
|--|------|------------|-------|------|
| Independientes (a) | 14 | 5 | 19 | 34.5 |
| Integradas a fundiciones de hierro (b) | 16 | 5 | 21 | 38.2 |
| Absorven producción propia o integradas en empresas de otra actividad (c) | 10 | 5 | 15 | 27.3 |
| TOTAL | 40 | 15 | 55 | 100 |

FUENTE: Encuestas y visitas a las empresas.

2.1.2 Localización

La industria de fundición no ferrosa se encuentra localizada principalmente en la zona de Lima y Callao.

PRINCIPALES EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DE FUNDICION NO FERROSA
1 9 7 7

| CODIGO | R. I. | ESTRUCT. PRODUCT. | PRIORIDAD | NOMBRE O RAZON SOCIAL | DIRECCION | PRODUCTOS QUE FABRICAN |
|--------|-------|-------------------|-----------|---|--|---|
| A | 7614 | b | 2° | BRONCE FOSFOROSO S.A. | Av. Tingo María 276 Breña | Barras y bocinas de bronce Piezas de aluminio. |
| B | 15776 | b | 2° | FUNDICION METALURGICA S.A. | Av. Industrial 258-Ate | Bocinas, chumaceras de bronce Barras y bocinas de aluminio. |
| C | 8847 | a | 1° | HERNAN CABALLERO S.A. | Av. Argentina 471 Callao | Helices, bocinas, niples de - bronce. |
| D | 10235 | c | 2° | SUNBEAM DEL PERU S.A. | Elmer Faucett Km.3,200 Callao. | Casco y soporte de motor de li- cuadora de zamac, resistencia de plancha de aluminio. |
| E | 90124 | c | 2° | MORAVECO S.A. | Elmer Faucett s/n Callao | Piezas de zamac y aluminio pa- ra la Industria Automotriz y - Electrodoméstica. |
| F | 0497 | c | 1° | DELCROSA S.A. | Av. Argentina 1509 Lima | Rotores por inyección y coqui- lla de aluminio. |
| G | - | c | - | SERVICIO INDUSTRIAL DE LA MARINA | s/n Base Naval del Callao | Partes y piezas fundidas de co- bre y aluminio para uso naval. |
| H | 06925 | b | 1° | FUNDICION CENTRIFUGA S.A. | Carretera Central Km.1.3 Ate | Hélices, partes y piezas de - bronce y aluminio. |
| I | 16704 | a | 2° | BRONCE METAL S.A. | Av. Universitaria cdra. 28-Av. Argentina-Lima | Barras y bocinas de bronce centrifugados. |
| J | 04001 | c | 2° | INDUSTRIAS REUNIDAS S.A. | Av. Argentina 5260-Lima | Piezas de grifería de zamac |
| K | 15825 | b | 2° | METALURGICAS ESPECIALES S.A. | Tingo María 267-Breña | Partes y piezas fundidas de bronce y aluminio. |
| L | 13101 | c | 2° | CECCARELI Y CIA. S.A. | Av.Colonial 5437-Callao | Válvulas para cilindros, extin- tores y reguladores de zamac. |
| LL | 06054 | b | 1° | FUNDICION HIDROSTAL S.A. | Av. Portada del Sol 722 Urb. Zárate. | Partes y piezas fundidas de bronce y aluminio |
| M | 16634 | a | 2° | IND. NACIONAL DEL BRONCE S.C.R.L. | Calle Omicrón 215 Callao | Barras y bocinas de bronce |
| N | 0404 | b | 2° | FUNDICION KUMAE S.A. | Av. Mariátegui 290 Breña | Piezas y partes fundidas de co- bre. |
| N | 2729 | b | 2° | SALVADOR VALDIVIA S.A. | Gral. Vidal 906-Breña | Piezas y partes fundidas de - bronce y aluminio. |
| O | 16183 | a | 2° | SON MECANO S.A. | Manuel Beigolea 155 San Luis | Piezas de zamac y aluminio |
| P | 0990 | a | 1° | CIA. INDUSTRIAL R. NECRI | Martir Olaya 378 S.M. DE Porres | Aros de aluminio-magnesio fun- didos en arena. |
| Q | 7565 | c | 2° | ESMERIL TECNICA S.A. | Av. Industrial 486 Lima | Tapones y bridas para tanques de petróleo de zamac. |
| R | 16606 | a | 2° | FERMA S.A. | Monsefú 966 - Lima | Partes y piezas por inyección de zamac y aluminio. |
| S | 15518 | a | 2° | FAB. IND. DE ARTICULOS DE MATRIZADOS | Guillermo Dansey 636 Lima | Partes y piezas por inyección de zamac y aluminio. |
| T | 13394 | c | 2° | METALES INDUSTRIALES S.A. | Carretera Central Km.3 | Acoples de tuberías para riego por aspersión de aluminio fun- dido. |
| U | - | a | - | ZAMAC INYECCION S.R.L.* | Av. La Marina 3043 San Miguel | En implementación |
| V | - | c | 2° | INDUSTRIAS NOVA S.R.L. | Av. Argentina 6130 | Partes y piezas fundidas de za- mac en coquilla. |
| W | - | a | 2° | FUNDICIONES INDUSTRIALES S.A. | Urb. Vulcano-Manz.I Lote 16-Ate-Calle E | Aros de aluminio-magnesio fun- didos en arena. |
| X | 15796 | a | 2° | BRIANZA | Chacra Ríos s/n | Partes y piezas fundidas de co- bre y aleaciones. |
| Y | 7630 | c | 2° | INDUSTRIALIZACION DE ME- TALES S.A. | Guillermo Hernández 760 Lima | Partes y piezas de zamac y la- tón. |
| Z | - | 4a 9b | - | 13 Empresas | Lima | Partes y piezas fundidas de co- bre y aluminio fundidas en are- na. |
| PR | - | 5a 5b 5c | - | 15 Empresas | Trujillo, Chimbote, Huan- cayo, Arequipa. | Partes y piezas fundidas de co- bre y aluminio fundidas en are- na. |

* : En Implementación
FUENTE : Encuestas y visitas a las empresas.

La figura No. 1 , muestra en detalle la distribución geográfica que presenta esta industria.

Es notoria la carencia de una infraestructura adecuada en zonas del país que están llamadas a constituirse en polos de desarrollo industrial tales como: Arequipa, - Trujillo, Tacna, Chimbote, Huancayo.

2.1.3 Serie histórica de producción

En el período (1972-1976) la Industria de Fundición No-Ferrosa en lo referente a volúmen de producción ha tenido un crecimiento promedio anual del orden del 12.3%. La producción de piezas fundidas no ferrosas para el año 1976 fué de 1,374.1 T.M.

El Cuadro No. 4 , nos indica la serie histórica (1972 - 1976) del volúmen de producción.

En el lapso de 1972 hasta 1975 se registra una tasa de crecimiento promedio anual del orden del 15%, mientras que de 1975 a 1976 creció solo en un 4.8%, lo que demuestra un cierto estancamiento de esta industria al final del período (1972-1976).

a) Fundición de moldeo en arena

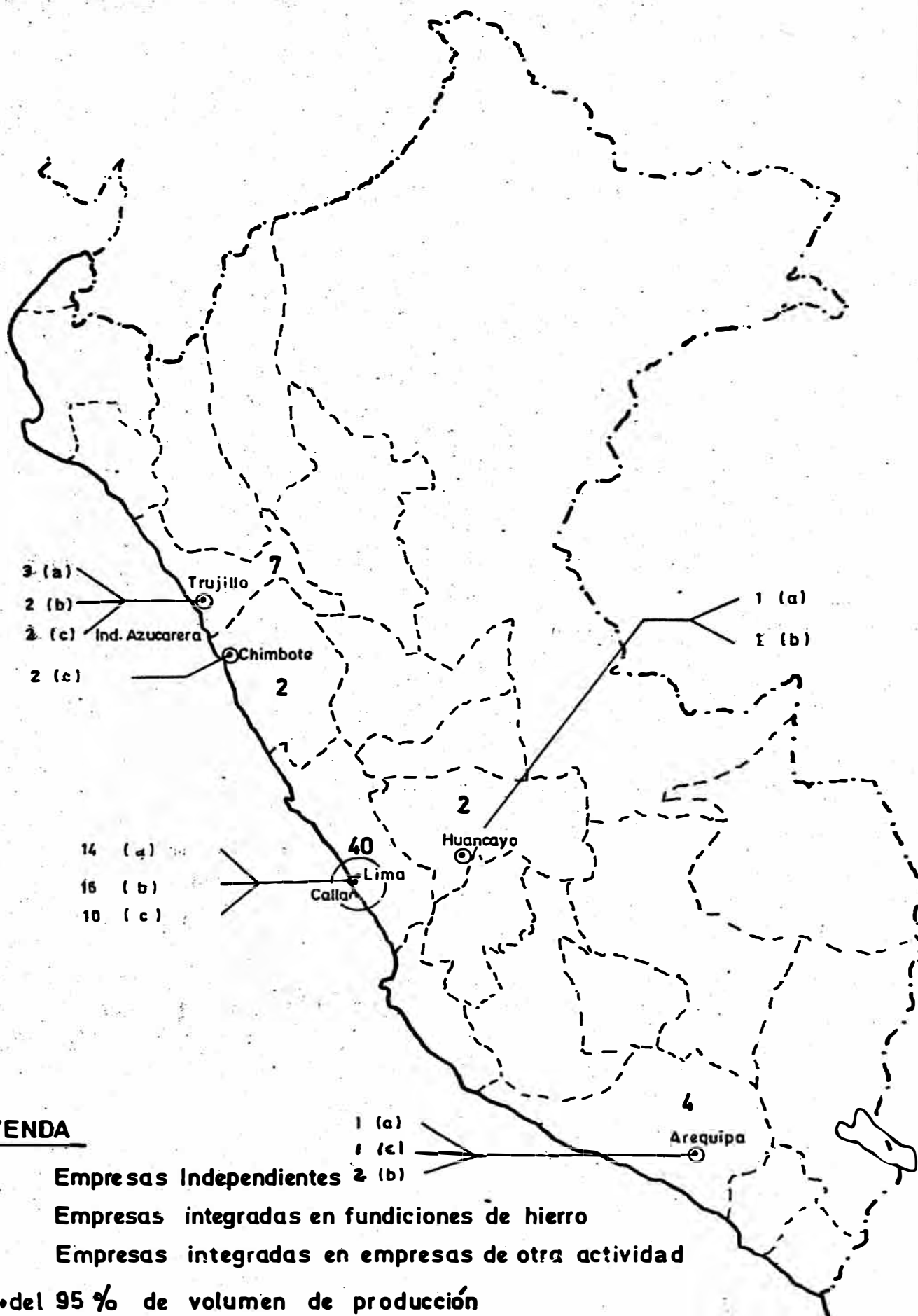
En este tipo de moldeo se fabrican piezas en aleaciones base cobre y base aluminio.

El año 1976 participó con el 45.7% del volúmen total producido de piezas no ferrosas (Base cobre: 30.5%, base aluminio: 15.2%).

La evolución histórica desde el año 1972 a 1975 muestra una tasa acumulativa anual promedio ascendente del 11.3%.

En 1976 el volúmen de producción se mantuvo en un nivel estacionario.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA



LEYENDA

- (a) Empresas Independientes
- (b) Empresas integradas en fundiciones de hierro
- (c) Empresas integradas en empresas de otra actividad

○ del 95 % de volumen de producción

○ - del 5 % del volumen de producción

CUADRO No.4

PRODUCCION DE PIEZAS FUNDIDAS NO FERROSAS

(T.M.)

| MOLDEO | METAL BASE | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 |
|----------------|---------------|------|------|------|------|------|--------|
| ARENA | Cu | 300 | 340 | 350 | 400 | 420 | 420 |
| | Al | 90 | 110 | 130 | 150 | 200 | 209 |
| MOLDE METALICO | Cu | 60 | 110 | 105 | 120 | 140 | 165 |
| | Al | 30 | 30 | 30 | 38 | 45 | 68.1 |
| | Zn | - | - | - | 2 | 5 | 5.5 |
| PRESION | Cu | - | 2 | 5 | 30 | 45 | 46 |
| | Al | 20 | 23 | 25 | 30 | 30 | 31 |
| | Zn | 200 | 250 | 270 | 420 | 425 | 429.5 |
| TOTAL | | 700 | 865 | 915 | 1190 | 1310 | 1374.1 |

FUENTE: Encuestas y visitas a las empresas.

CUADRO N°5

VOLUMEN DE PRODUCCION DE PIEZAS FUNDIDAS NO FERROSAS

1 9 7 6

| CODIGO | E M P R E S A S | N° DE TRA- BAJADORES | TOTAL TM/AÑO | ARENA(TM) | | MOLDE METALICO (TM) | | | PRESION (T.M.) | | | % |
|--------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|----------------|------------|------------|-------|
| | | | | BASE Cu | BASE Al | BASE Cu | BASE Al | BASE Zn | BASE Cu | BASE Al | BASE Zn | |
| A | 1. BRONCE FOSFOROSO S.A. | 6 | 50 | 30 | 10 | 10 | - | - | - | - | - | 3.64 |
| B | 2. FUMESA | 4 | 9 | 6 | 3 | - | - | - | - | - | - | 0.65 |
| C | 3. HERNAN CABALLERO S.A. | 7 | 30 | 15 | 5 | 10 | | | | | | 2.18 |
| D | 4. SUNBEAM DEL PERU S.A. | 12 | 153 | - | - | - | 45 | - | - | - | 108 | 11.13 |
| E | 5. MORAVECO S.A. | 20 | 161 | - | - | - | - | - | 1 | 10 | 150 | 11.72 |
| F | 6. DELCROSA S.A. | 19 | 67.5 | - | 50 | - | 10 | - | - | 5 | 2.5 | 4.91 |
| G | 7. SIMA | 15 | 120 | 110 | 10 | - | - | - | - | - | - | 8.73 |
| H | 8. FUNDICION CENTRIFUGA S.A. | 18 | 60 | 50 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | 4.37 |
| I | 9. BRONCE METAL S.A. | 10 | 60 | - | - | 60 | - | - | - | - | - | 4.37 |
| J | 10. INRESA | 3 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | 25 | 1.82 |
| K | 11. METALURGICAS ESPECIALES | 3 | 9 | 5 | 4 | - | - | - | - | - | - | 0.65 |
| L | 12. CECCARELI Y CIA. S.A. | 6 | 25 | - | - | - | - | 1 | - | - | 24 | 1.82 |
| LL | 13. FUNDICION HIDROSTAL S.A. | 12 | 50 | 48 | 2 | - | - | - | - | - | - | 3.64 |
| M | 14. IND. NAC. DEL BRONCE S.C.R.L. | 10 | 60 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | 4.37 |
| N | 15. FUNDICION KUWAE S.A. | 4 | 9 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | 0.65 |
| N | 16. SALVADOR VALDIVIA S.A. | 11 | 21 | 12 | 9 | - | - | - | - | - | - | 1.53 |
| O | 17. SON MECANO S.A. | 10 | 24 | - | - | - | - | 2 | - | - | 22 | 1.75 |
| P | 18. CIA. INDUSTRIAL R. NEGRI | 15 | 72 | - | 60 | - | 11.5 | 5 | - | - | - | 5.24 |
| Q | 19. ESMETEC S.A. | 10 | 50 | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 3.64 |
| R | 20. FERMA S.A. | 14 | 24 | - | - | - | - | - | - | 6 | 18 | 1.75 |
| S | 21. FIAM S.A. | 15 | 40 | - | - | - | - | - | - | 10 | 30 | 2.91 |
| T | 22. METINSA | 3 | 1.6 | - | - | - | 1.6 | - | - | - | - | 0.12 |
| U | 23. ZAMAC INYECCION S.R.L. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| V | 24. INDUSTRIAS NOVA S.R.L. | 2 | 2 | - | - | - | - | 2 | - | - | - | 0.15 |
| W | 25. FUNDICIONES INDUSTRIALES S.A. | 5 | 10 | - | 10 | - | - | - | - | - | - | 0.36 |
| X | 26. BRIANZA | 2 | 5 | - | - | - | - | - | 5 | - | - | 0.73 |
| Y | 27. INDUSTRIALIZACION DE METALES S.A. | 30 | 120 | | | 80 | | | 40 | | | 8.73 |
| Z | SUB-TOTAL LIMA-CALLAO (27 empresas) | 266 | 1858.1 | 345 | 168 | 165 | 68.1 | 5.5 | 46 | 31 | 429.5 | |
| | | | | 513 | | 238.6 | | | 506.5 | | | 91.56 |
| | ESTIMADAS LIMA-CALLAO (13 empresas) | 20 | 35 | 25 | 10 | - | - | - | - | - | - | 2.55 |
| | TOTAL LIMA-CALLAO (40 empresas) | 286 | 1293.1 | 370 | 178 | 165 | 68.1 | 5.5 | 46 | 31 | 429.5 | |
| | | | | 548 | | 238.6 | | | 506.5 | | | 94.11 |
| PR | PROVINCIAS (15 empresas) | 57 | 81 | 50 | 31 | - | - | - | - | - | - | 5.89 |
| | | 343 | 1374.1 | 420 | 209 | 165 | 68.1 | 5.5 | 46 | 31 | 429.5 | |
| | TOTAL GENERAL | | | 629 | | 238.6 | | | 506.5 | | | 100.0 |

FUENTE : Encuestas y Visitas a las Empresas.

Piezas en aleaciones base cobre

- Hélices para uso naval hasta de 1,300 Kg.
- Bocinas, portabocinas, barras
- Impulsores, cajas para bombas
- Piñones
- Chumaceras en general
- Válvulas de todo tipo
- Prensaestopas
- Moldes y matrices para plásticos, jabones, etc.
- Tirafones, tuercas, bridas y otros.
- Piezas para contactos eléctricos de equipos ferroviarios, etc.

Piezas en aleaciones base aluminio

- Poleas, barras.
- Moldes para plásticos
- Mariposas para ventiladores y extractores de aire.
- Cuerpos de bombas.
- Aros de autos
- Rotores de motores eléctricos
- Cajas para tablero de luz, etc.

b) Fundición de Moldeo en Molde Metálico

En este tipo de moldeo se fabrican piezas en aleaciones base cobre, base aluminio y base zinc.

El año 1976 participó con el 17.3% del volúmen total producido de piezas no ferrosas (base cobre: 12%, base se aluminio: 4.9%, base zinc: 0.4%).

Durante el período (1972-1976) se tiene una tasa de crecimiento acumulativa promedio anual de 14.5%, alcanzando el año 1976 el máximo volúmen de producción con 238.6 TM.

Piezas en aleaciones base cobre

-Barras y bocinas centrifugadas y en coquilla.

-Partes y piezas de grifería en coquilla, etc.

Piezas en aleaciones base zinc

-Partes para la Industria Automotriz (coquilla)

-Partes para la Industria Electrodoméstica (coquilla)
etc.

Piezas en aleaciones base aluminio

-Rotores de motores eléctricos (coquilla)

-Acoples de tuberías para riego por aspersión (coquilla)

-Bases de planchas eléctricas (coquilla), etc.

c) Fundición de Moldeo a Presión

En este tipo de moldeo se fabrican piezas en aleaciones base cobre, base aluminio y base zinc.

El año 1976 participó con el 37% del volúmen total de producción de piezas no ferrosas (Base cobre: 3.4%, Base aluminio: 2.3%, Base zinc: 31.3%)

En el período estudiado tuvo el crecimiento más alto, con una tasa promedio anual de 18.6%

Piezas en aleaciones base cobre

-Partes de grifería, ferretería, etc.

Piezas en aleaciones base zinc

-Industria automotriz (emblemas, manijas, claxón, etc.)

-Industria electrodoméstica (carcaza de licuadora, tiradores y terminales para refrigeradoras, lavadoras, etc., regulador de gas, indicador de hornilla, bisagras de cocina, refrigeradora, etc.)

-Llaves, manijas, jaboneras, toalleras.

-Adornos, destapadores, artículos para electricidad, etc.

Piezas en aleaciones base aluminio

-Base de quemador, manivela de lavadora, adornos, artículos para electricidad, etc.

2.1.4 Tamaño de las Empresas

La característica es la automatización en pequeños núcleos (desde 2 personas ocupadas).

CUADRO No. 5

REPARTO DE FUNDICIONES DE METALES NO FERREOS SEGUN EL NUMERO DE PERSONAL OCUPADO

| PERSONAL OCUPADO | 1-4 | 5-9 | 10-14 | 15-19 | 20 y más |
|----------------------------|------|------|-------|-------|----------|
| Número de Empresas | 20 | 19 | 7 | 7 | 2 |
| Porcentaje (%) | 36.3 | 34.5 | 12.7 | 12.7 | 3.8 |
| Número de personal ocupado | 41 | 81 | 89 | 82 | 50 |
| Porcentaje (%) | 11.9 | 23.6 | 25.9 | 23.8 | 14.8 |
| Produc.en Tm. Dic. 1976 | 95.6 | 196 | 442 | 359.5 | 281 |
| Porcentaje (%) | 6.9 | 14.3 | 32.1 | 26.1 | 20.6 |

FUENTE: Visitas a las empresas.

2.2 Importaciones

Los principales sectores importadores de piezas fundidas no ferrosas corresponden a la Industria Automotriz y la Industria Naval.

a. Industria Automotriz

Las piezas fundidas no ferrosas empleadas en la Industria Automotriz se refieren principalmente a aleaciones de zinc (zamac), y aluminio obtenidas por proceso de fundición a presión y gravedad (coquilla).

Las principales autopartes no ferrosas importadas son:

- Caja de bomba de agua
- Manija tapa de motor
- Manija tapa maJetera
- Seguro manija luna cortaviento
- Conjunto espejo retrovisor interno
- Carburador
- Conjunto espejo retrovisor externo
- Pistones
- Caja de bomba de aceite, etc.

Las importaciones realizadas por las ensambladoras nacionales, provienen de sus respectivas Casas Matrices en paquetes C.K.D.

A continuación se presenta la serie histórica de importaciones de piezas fundidas no ferrosas:

CUADRO No. 6

(TM)

| 1973 | 1974 | 1975 | 1976 |
|-------|-------|-------|-------|
| 638.6 | 597.6 | 691.2 | 694.2 |

FUENTE: Encuesta a Ensambladoras.

b. Industria Naval

Las piezas fundidas no ferrosas empleadas en la Industria Naval se refieren principalmente a aleaciones de cobre obtenidas por proceso de fundición por gravedad (arena), tales como hélices (de más de 2 TM) y barras y bocinas que generalmente se importan integrando subconjuntos.

Se ha estimado en el año 1976 un volúmen de 12 TM de piezas fundidas no ferrosas importadas por la Industria Naval Nacional.

2.3 Exportaciones

Pequeñas cantidades a Ecuador y Brasil, no resultando significativas.

Se ha iniciado la exportación de piezas de zamac empleadas en la Industria Automotriz al mercado Venezolano.

2.4 Demanda Interna Aparente

a. Industria Automotriz

Los índices estimados de fundición no ferrosa para los vehículos actualmente ensamblados en el país son los siguientes:

CUADRO No. 7

FUNDICION/VEHICULO

| VEHICULOS | FUND. NO FERROSA/VEHICULO - KG. |
|--|---------------------------------|
| Categoría A2 (1000 a 1500 cm ³) | 25 |
| Categoría A3 (1500 a 2000 cm ³) | 25 |
| Categoría A4 (2000 cm ³ a más) | 25 |
| Categoría B1 (Camiones hasta de 4,500 KG de peso bruto) | 30 |
| Categoría B2 (camiones de más de 4500 KG hasta 9,000 KG de peso bruto) | 30 |
| Categoría B3 (camiones de más de 9000 KG hasta 17000KGS.de peso bruto) | 30 |
| Categoría B4 (camiones de más de 17000 - KG.de peso bruto) | 30 |
| Tractores | |

FUENTE: Visita a las Ensambladoras.

El siguiente Cuadro, indica el consumo interno de piezas fundidas no ferrosas para el período (1973-1976) de las empresas que ensamblan vehículos en el país:

CUADRO No. 8

| VEHICULO | UNIDADES | | | | FUNDICION NO FERROSA (T.M.) | | | |
|---|----------|--------|--------|--------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 |
| 1. Autos y Station Wagons A2-A3-A4 | 20,152 | 18,913 | 21,317 | 22,290 | 503.8 | 472.8 | 532.9 | 557.2 |
| 2. Vehículos Comer ciales B1-B2-B3 B4 | 11,589 | 10,806 | 12,957 | 12,054 | 347.6 | 324.1 | 388.7 | 361.6 |
| 3. Tractores | - | - | - | 456 | - | - | - | 6.8 |
| TOTAL | 31,741 | 29,719 | 34,274 | 34,800 | 851.4 | 796.9 | 921.6 | 925.6 |

FUENTE: Estadística de la Asociación de Plantas de la Industria Automotriz

Demanda futura de piezas fundidas no ferrosas
en la Industria Automotriz

A la fecha los vehículos asignados al Perú en el Grupo Andino corresponden a las siguientes categorías:

- 1- Categoría A3 (1/2) : compartido con Venezuela (1500 - 2000 cm³)
- 2- Categoría B2 (1/2) : compartido con Bolivia (4.6 - 9.3 Tn.)
- 3- Categoría B3 (1/3) : compartido con Colombia y Venezuela (9.3-17 Tn.)
- 4- Categoría B4 (1/2) : Compartido con Venezuela (más de 17 Tn.)
- 5- Categoría C (1/3) : Compartido con Colombia y Venezuela (vehículos de doble tracción de menos de 2.5 Tn.)

La demanda para los años 1980 y 1985, considerando solamente la producción de estos vehículos es:

C U A D R O N° 9

| TIPOS | 1 9 8 0 | | 1 9 8 5 | |
|-------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|
| | UNIDADES | FUND. NO FERROSA (TM) | UNIDADES | FUND. NO FERROSA (TM) |
| 1 | 32,171 | 804.2 | 54,592 | 1,364.8 |
| 2 | 5,592 | 167.7 | 7,602 | 228.0 |
| 3 | 6,986 | 209.5 | 9,499 | 284.9 |
| 4 | 1,825 | 54.7 | 2,475 | 74.2 |
| 5 | 6,406 | 160.1 | 9,467 | 236.6 |
| TOTAL | 52,980 | 1,396.2 | 83,635 | 2,188.5 |

FUENTE : Junta Acuerdo de Cartagena

b. Industria Naval

Los índices estimados de consumo de fundición no ferrosa para las embarcaciones construídas en el país son las siguientes:

C U A D R O N° 10

FUNDICION/EMBARCACION

| E M B A R C A C I O N | FUND. NO FERROSA KG. |
|-----------------------|-----------------------|
| | E M B A R C A C I O N |
| Emb. 40,000 T.P.B. | 27,500 |
| Emb. 25,000 T.P.B. | 20,500 |
| Emb. 10,000 T.P.B. | 9,000 |
| Emb. 600 T.P.B. | 400 |
| Emb. 400 T.P.B. | 300 |
| Emb. 300 T.P.B. | 250 |
| Emb. 180-240 T.P.B. | 200 |

FUENTE : Visita a SIMA y astilleros diversos.

El consumo aproximado de piezas fundidas no ferrosas en el año 1976 es el siguiente:

CUADRO No.11

| TIPOS | UNIDADES | FUNDICION NO FERROSA (TM) |
|-----------------------|----------|---------------------------|
| Emb. 25,000 T.P.B. | 1.5 | 30.7 |
| Emb. 600 T.P.B. | 12 | 4.8 |
| Emb. 300 T.P.B. | 16 | 4.0 |
| Emb. (180-240) T.P.B. | 22 | 4.4 |
| TOTAL | 51.5 | 43.9 |

FUENTE: Visita a SIMA y astilleros diversos.

Demanda Futura de Piezas Fundidas No Ferrosas en la Industria Naval

La demanda de piezas no ferrosas en los años 1980 y 1985 es como sigue:

CUADRO No.12

| TIPOS (TPB) | 1980 | | 1985 | |
|----------------|----------|-------|----------|-------|
| | UNIDADES | T.M. | UNIDADES | T.M. |
| Emb. 40,000 | 1 | 27.5 | 2 | 55 |
| Emb. 25,000 | 2 | 41 | 2 | 41 |
| Emb. 10,000 | 3 | 27 | 4 | 36 |
| Emb. 600 | 29 | 11.6 | 42 | 16.8 |
| Emb. 300 | 26 | 7.8 | 36 | 10.8 |
| Emb. (180-240) | 82 | 16.4 | 106 | 21.2 |
| TOTAL | 143 | 131.3 | 192 | 180.8 |

FUENTE: Visita a SIMA y astilleros diversos.

2.4.1 Grado de Cobertura del Consumo Interno

El grado de cobertura en el año 1976 de las principales industrias que consumen piezas fundidas no ferrosas es como se detalla a continuación:

| | |
|-------------------------------|-------|
| Industria Automotriz | - 25% |
| Industria Naval | - 80% |
| Industria Electrodoméstica | - 95% |
| Industria Agrícola y Papalera | - 99% |

Hay productos principalmente en la Industria Automotriz que por razones de tecnología y/o economías de escala no son producidos en el país.

2.5 Comercialización

2.5.1 Comercialización interna

La comercialización interna de productos fundidos no ferrosos se realiza mediante 2 canales:

- a. Venta directa al público
- b. Ventas dirigidas al propio consumo de la empresa.

La modalidad de venta directa al público alcanzó en 1976 el 60% del volumen total de ventas de estos productos, las ventas dirigidas al propio consumo el 40% del volumen total.

En lo referente a la comercialización interna de los productos fundidos no ferrosos importados se realizan mediante pedidos directos del usuario.

2.5.2 Comercialización externa

La Comercialización en el mercado externo de piezas no ferrosas empleadas en la Industria Automotriz se

realiza por intermedio de las Compañías ensambladoras que trabajan en nuestro país.

Debemos mencionar que la comercialización externa, actualmente es de pequeña magnitud.

2.6 Precios

El precio de las piezas fundidas no ferrosas es determinado por factores tales como: el tipo de aleación utilizada (por ejemplo el bronce al manganeso es más caro que el latón), peso del producto, complejidad del producto, la cantidad del lote solicitado por el cliente y otros factores económicos.

En el cuadro N° 13, se presenta la variación de precios en el Perú de las piezas fundidas no ferrosas para el período (1971-Julio 1977).

Podemos ver en este cuadro que desde 1971 hasta 1975 tuvo un incremento general del orden del 15%, a partir de este año hasta Julio de 1977 el incremento estuvo en el rango del (45-55) %, debido principalmente al alza de los precios de : crisoles, aditivos, productos afinadores, combustible, energía eléctrica y también el costo de la mano de obra.

C U A D R O N° 13

PRECIOS DE PRODUCTOS FUNDIDOS NO FERROSOS

S/. /KG.

| TIPO DE MOLDEO | METAL BASE | 1 9 7 1 | 1 9 7 2 | 1 9 7 3 | 1 9 7 4 | 1 9 7 5 | 1 9 7 6 | 1 9 7 7 | |
|----------------|------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ARENA | COBRE | 130-140 | 135-145 | 140-150 | 150-180 | 150-180 | 180-220 | 250-350 | |
| | ALUMINIO | 70-110 | 70-110 | 70-110 | 80-120 | 80-120 | 90-140 | 160-190 | |
| MOLDE METALICO | COBRE | 210-220 | 215-225 | 220-230 | 230-250 | 230-250 | 180-260 | 280-330 | |
| | ALUMINIO | 220-225 | 225-230 | 230-240 | 240-260 | 240-260 | 290-320 | 300-350 | |
| | ZINC | - | - | - | 240-270 | 240-270 | 290-320 | 320-360 | |
| A PRESION | COBRE | - | 235-275 | 240-280 | 250-290 | 250-290 | 300-320 | 350-370 | |
| | ALUMINIO | + 50 grs. | 230-250 | 235-255 | 240-260 | 250-270 | 250-270 | 270-290 | 300-340 |
| | | - 50 grs. | | | | | | 320-340 | 350-390 |
| | ZINC | + 50 grs. | 210-240 | 215-245 | 220-250 | 230-260 | 230-260 | 270-290 | 290-330 |
| | | - 50 grs. | | | | | | 320-340 | 340-380 |

FUENTE : Estadística Industrial y Encuestas

III. A S P E C T O S E C O N O M I C O S

3. ASPECTOS ECONOMICOS

3.1 Valor Bruto de la Producción

Según la Oficina de Estadística del Ministerio de Industria y Turismo, el Valor Bruto de Producción, comprende la suma de los valores por concepto de bienes producidos por el establecimiento, ineresos por trabajos realizados para terceros, venta de artículos vendidos sin transformación, venta de insumos y otros ingresos percibidos durante el año respectivo.

El Cuadro No. 14 , presenta el Valor Bruto de Producción del Sector Manufacturero, el de la división 37 "Industrias Metálicas Básicas", el de la Industria de Fundición No Ferrosa, y una comparación entre estos índices económicos para el período 1971-1975.

CUADRO No. 14

COMPARACION DEL VALOR BRUTO DE PRODUCCION DE LA INDUSTRIA
DE FUNDICION NO FERROSA CON EL SECTOR MANUFACTURERO Y LAS
INDUSTRIAS METALICAS BASICAS

(Uiles de Soles Corrientes)

| AÑOS | Sector Manu- facturero - (1) | Industrias- Metálicas - Básicas (2) | Industria - Fundición - No Ferrosa- (3) | Participac. de (3) en - (1) % | Participac. de (3) en (2) % |
|------|------------------------------------|--|--|--|--------------------------------------|
| 1971 | 122'890,743 | 7'083,092 | 121,300 | 0.09 | 1.7 |
| 1972 | 150'753,019 | 10'001,843 | 157,420 | 0.10 | 1.6 |
| 1973 | 186'818,456 | 15'589,303 | 163,625 | 0.08 | 1.1 |
| 1974 | 222'833,759 | 25'329,085 | 242,610 | 0.11 | 1.0 |
| 1975 | 261'705,40* | 28'436,74* | 258,500 | 0.10 | 1.0 |

* Cifras estimadas

FUENTE: Estadística Industrial.

CUADRO No. 15

VALOR BRUTO DE PRODUCCION

(En Soles Corrientes)

1976

| EMPRESAS | VALOR BRUTO DE PRODUCCION | % |
|------------------|---------------------------|---------------|
| A | 9'350,000 | 2.91 |
| B | 1'545,000 | 0.48 |
| C | 5'775,000 | 1.80 |
| D | 43'965,000 | 13.67 |
| E | 48'310,000 | 15.02 |
| F | 11'400,000 | 3.54 |
| G | 23'150,000 | 7.20 |
| H | 11'675,000 | 3.63 |
| I | 13'210,000 | 4.10 |
| J | 7'500,000 | 2.33 |
| K | 1'460,000 | 0.45 |
| L | 7'505,000 | 2.34 |
| LL | 9'830,000 | 3.06 |
| M | 12'000,000 | 3.73 |
| N | 1'800,000 | 0.56 |
| W | 3'435,000 | 1.07 |
| O | 7'200,000 | 2.24 |
| P | 10'560,000 | 3.28 |
| Q | 15'000,000 | 4.66 |
| R | 7'680,000 | 2.39 |
| S | 12'000,000 | 3.73 |
| T | 488,000 | 0.15 |
| U | - | - |
| V | 644,000 | 0.20 |
| W | 1'400,000 | 0.44 |
| X | 1'600,000 | 0.50 |
| Y | 36'000,000 | 11.19 |
| 13 est. | 6'150,000 | 1.91 |
| Provincias | 11'004,340 | 3.42 |
| T O T A L | 321'626,340 | 100.00 |

FUENTE: Encuestas y Visitas a las

El Cuadro anterior nos permite establecer que la Industria de Fundición No Ferrosa, tiene una posición poco representativa dentro de las Industrias Metálicas Básicas y en general dentro del Sector Manufacturero, con una tendencia estacionaria para el período estudiado.

Además el Cuadro No. 15 , presenta el Valor Bruto de Producción de las empresas en esta sub-rama industrial, correspondiente al año 1976.

Es interesante resaltar que las empresas localizadas en provincias (Chimbote, Trujillo, Arequipa, Huancayo), representaron solo el 3.42% del Valor Bruto de Producción total, asimismo la participación de las empresas de moldeo a presión en el V.B.P. de 1976 fué del orden del 50%.

3.2 Valor Agregado

La Oficina de Estadística del Ministerio de Industria y Turismo, define el Valor Agregado como la diferencia del Valor Bruto de Producción y el Valor de los Insumos registrados en el año productivo por el establecimiento industrial. El Valor Agregado de la Industria de Fundición No Ferrosa se muestra en el Cuadro No. 16 , estableciendo además una comparación con el Valor Agregado del Sector Manufacturero y el global de las Industrias Metálicas Básicas. Tal como sucedió con el Valor Bruto de Producción, el Valor Agregado no tuvo mayor incidencia dentro de las Industrias Metálicas Básicas y en general dentro del Sector Manufacturero.

En el Cuadro No. 17 , se presenta el Valor Agregado en porcentaje (VA/VRP) de las empresas para el año 1976.

Este Cuadro muestra que el (VA/VRP) en el referido año, presenta grandes contrastes entre empresas debido a diferencias en:

-Proceso empleado (automático, semi-automático, manual).

-Equipo utilizado.

-Calidad de la mano de obra, etc.

CUADRO No. 16

COMPARACION DEL VALOR AGREGADO DE LA INDUSTRIA DE FUNDICION

NO FERROSA CON EL SECTOR MANUFACTURERO Y LAS INDUSTRIAS

METALICAS BASICAS

| AÑOS | Sector Manu- facturero - (1) | Industrias Metálicas- Básicas (2) | Industria - Fundición - No Ferrosa- (3) | Participac. (3) en (1) % | Participac. de (3) en- (2) % |
|------|------------------------------------|--|--|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1971 | 66'108,935 | 2'412765 | 55,070 | 0.08 | 2.3 |
| 1972 | 73'293,876 | 4'083743 | 68,792 | 0.09 | 1.7 |
| 1973 | 89'644,664 | 6'471080 | 70,358 | 0.08 | 1.1 |
| 1974 | 95'261,831 | 11'395861 | 102,624 | 0.10 | 0.9 |
| 1975 | 107'407,186* | 13'545365* | 108,311 | 0.10 | 0.8 |

* Cifras estimadas

FUENTE: Estadística Industrial

CUADRO No. 17

VALOR AGREGADO

(En Soles Corrientes)

1976

| EMPRESAS | VALOR AGREGADO | VA/VEP (%) |
|----------|----------------|------------|
| A | 6'221,490 | 60.54 |
| B | 1'244,343 | 80.54 |
| C | 3'755,482 | 65.03 |
| D | 8'933,688 | 20.32 |
| E | 11'753,823 | 24.33 |
| | | /... |

| EMPRESAS | VALOR AGREGADO | VA/VEP (%) |
|--------------|----------------|------------|
|/ F | 1'985,380 | 17.42 |
| G | 12'966,315 | 56.01 |
| H | 7'789,560 | 66.72 |
| I | 5'962,240 | 45.32 |
| J | 1'147,500 | 15.30 |
| K | 1'260,564 | 86.34 |
| L | 1'457,471 | 19.42 |
| LL | 6'040,535 | 61.45 |
| M | 6'996,000 | 58.30 |
| N | 1'141,200 | 63.40 |
| Ñ | 2'400,721 | 69.89 |
| O | 1'617,120 | 22.46 |
| P | 4'891,392 | 40.32 |
| Q | 3'814,500 | 25.43 |
| R | 1'872,384 | 24.38 |
| S | 2'822,400 | 23.52 |
| T | 187,782 | 38.40 |
| U | - | - |
| V | 291,732 | 45.30 |
| W | 551,600 | 39.40 |
| X | 468,800 | 20.30 |
| Y | 13'615,200 | 37.82 |
| 13 estimadas | 5'061,450 | 82.30 |
| Provincias | 9'194,126 | 83.65 |

FUENTE: Encuestas y Visitas a Empresas

3.3 Insumos

Las materias primas base: cobre, zinc y aluminio utilizadas por las empresas de la Industria de Fundición No Ferrosa, son de origen nacional. No resultan significativas las importaciones efectuadas de aluminio y estaño refinado.

Los Cuadros No. 18 y No. 19, muestran calidad y precios de los principales insumos comprados por las empresas de moldeo en arena y moldeo en molde metálico.

3.3.1 Principales Insumos (Base Cobre, Zinc y Aluminio)

Base Cobre

El 86% del consumo total en insumos de base cobre el-

C U A D R O N° .18.

FUNDICION DE MOLDEO EN ARENA

PRINCIPALES INSUMOS (PRECIOS MAYO 1977)

| EMPRESA. | INSUMOS | | PROCED. | | PRECIOS S/./KG. | | | | | | | | |
|----------|-----------|-------------------|---------|------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------------------|-------|------------------|
| | CHATARRA. | MET. REF. Y/O AL. | NAC. | EXT. | CHATARRA Cu. | CHATARRA Zn. | CHATARRA Al. | CHATARRA BRONCE | Cu.REFINADO. | Zn REFINADO. | ATEACION DE Al. | ZAMAC | ESTAÑO REFINADO. |
| A | X | X | X | - | 90 Part. | - | 40 Part. | 80 Part. | - | 70 Wiese | - | - | 1000 Bera |
| B | X | - | X | - | 75 Part. | 30 Part. | 40 Part. | 80 Part. | - | - | - | - | - |
| C | X | X | X | - | 75 Part. | 30 Part. | 40 Part. | - | 90-104 Centromín | 40 - 48 Centromín | - | - | 1300 Part. |
| F | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | Al-Si 13% 137.50 Bera | - | - |
| G | X | X | X | - | 80 Part. | 30 Part. | - | 75 Part. | 110 Centromín | - | - | - | - |
| H | X | - | X | - | 80 Part. | 30 Part. | 40 Part. | 75 Part. | - | - | - | - | - |
| K | X | - | X | - | 75 Part. | - | - | 80 Part. | - | - | - | - | - |
| L | X | X | X | X | 75 Part. | - | - | 80 Part. | - | 70 Wiese | US \$ FOB 2 | - | US \$ FOB 6 |
| M | X | X | X | - | 80 Part. | - | - | 75 Part. | 105 Centromín | 50 Centromín | - | - | 1300 Part. |
| N | X | - | X | - | 75 Part. | 30 Part. | - | 75 Part. | - | - | - | - | - |
| Ñ | X | X | X | - | 70 - 75 Part. | 32 Part. | - | 75 Part. | - | - | Al. Ref. 85 | - | - |
| P | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | Al. Si 144 | - | - |
| W | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | Al. Si 144 | - | - |

CUADRO No. 19.

FUNDICION DE MOLDEO EN MOLDE METALICO

PRINCIPALES INSUMOS (PRECIOS MAYO 77)

| EMPRE SAS | INSUMOS | | PROCEDEC. | | PRECIOS S./KG. - PROVEEDORES | | | | | | | | |
|--------------|---------------------|----------------------------|-----------|------|------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|---------|-----------------------|
| | CHA- TA-- ERA | MET. REF. Y/O AL. | NAC. | EXT. | CHATARSA Cu. | CHATARPA Zn. | CHATARRA Al. | CHATARPA BRONCE | Cu. REFI- NADO | Zn. REFI- NADO | ALEACION DE /1. | ZAMAC | ESTIHO - REFINADO |
| A | X | X | X | - | 90 Part. | - | 40 Part. | 80 Part. | - | 70 Wiese | - | - | 1000 Bera |
| C | X | X | X | - | 75 Part. | 30 Part. | 40 Part. | - | 90-104 Centromin | 40-48 Centromin | - | - | 1000 Part. |
| D | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | Al-Si 130 Bera | - | - |
| F | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | Al-Si 137.50 Bera | - | - |
| H | X | - | X | - | 80 Part. | 30 Part. | 40 Part. | 75 Part. | - | - | - | - | - |
| I | X | X | X | X | - | - | 35 Part. | - | 100 Centromin | 50 Centromin | - | - | US\$5/Lb. sin imp. |
| L | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | - | 70 Bera | - |
| O | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | - | 70 Bera | - |
| P | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | 144 Bera | 70 Bera | - |
| T | - | X | - | X | - | - | - | - | - | - | US\$ FOI 2.1 | - | - |
| V | - | X | X | - | - | - | - | - | - | - | - | 70 Bera | - |

(X) = Si, (-) = No, Part. = Particulares

FUENTE: Visitas y Encuestas a las Empresas

año 1976 por las empresas de fundición de moldeo en arena y coquilla correspondió a chatarra (cobre, bronce, latón), adquirida a particulares, esto se debió a razones económicas, y para piezas en que no se exigen determinadas y concretas características.

En menor escala se consume el cobre electrolítico proveniente de la Refinería de la Oroya, compradas a Centromin Perú y Wiese S.A. Con respecto a las empresas de fundición de moldeo a presión utilizan generalmente aleaciones de cobre que adquieren a la empresa Fundición de Metales Bera del Perú S.A.

ANALISIS QUIMICO DE COBRE ELECTROLITICO

ESPECIFICACION ASTM B5/43

PESO: 250lbs.

| ELEMENTOS | PORCENTAJE (%) |
|-----------|----------------|
| Cobre | 99.953 (+) |
| Plata | .0045 |
| Plomo | .0010 |
| Zinc | .0003 |
| Fierro | .0006 |
| Niquel | .0001 |
| Selenio | .0001 |
| Telurio | .0001 |
| Antimonio | .0010 |
| Bismuto | .0001 |

FUENTE: Centromin Perú

Base Zinc

En 1976 el 30% del consumo total en insumos de base zinc, por las empresas de fundición de moldeo en coquilla correspondió a chatarra, el 20% a zinc electrolítico proveniente de la Refinería de la Oroya, adquiridas a Centromin Perú y a Wiese S.A., y el resto a lingotes de zamac (aleación zinc-aluminio) elaborado por Metales Bera del Perú S.A., Metales Sol del Perú y la Compañía Química Industrial del Pacífico S.A.

Con respecto a las empresas de fundición de moldeo a presión, el 100% utilizan el zamac, en consideración a sus buenas características mecánicas sobre todo en la construcción de accesorios que hayan de ser sometidos a tratamientos superficiales de acabado, como cepillado, pulimento, niquelado, cromado, etc. a los que estas aleaciones se prestan de modo especial.

ANALISIS QUIMICO TIPICO DEL ZINC ELECTROLITICO

ESPECIFICACION ASTM F 6/48 PESO: 23.8 KGS.

| ELEMENTOS | PORCENTAJE (%) | |
|---------------|-------------------------|--------------------------------|
| | GRADO DIE CASTING (DCC) | GRADO SPECIAL HIGH-GRADE (SHG) |
| ZINC | 99.995 | 99.99 + |
| PLOMO | .0015 | .003 |
| COBRE | .002 | .001 |
| PLATA | - .0005 | - .0005 |
| CADMIUM | - .0005 | - .0005 |
| ESTAÑO | - .0001 | - .0001 |
| IMPUREZA MAX. | - .005 | - .01 |

FUENTE: Centromin Perú

CUADRO No. 20.

INFORMACION TECNICA SOBRE EL ZAMAC NACIONAL

| PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS | | Z-400 (ZAMAC 3) | Z-410 (ZAMAC 5) | Z-430 (ZAMAC 2) | Z-610 |
|--|----------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| COMPOSICION | Zn | 96% | 95% | 93% | 93% |
| | Al | 4% | 4% | 4% | 6% |
| | Cu | | 1% | 3% | 1% |
| | Otros | Mg | Mg | Mg | |
| Normas Correspondientes | SAE | ZAF 903 | SAE 925 | | |
| | BSS | 1904 A | 1904 B | | |
| | DIN-1743 | GD Zn Al 4 | GD Zn Al Cu 1 | G Zn Al 4 Cu 3 | G K Zn Al 6 Cu 1 |
| Intervalo de fusión °C | | 380-387 | 380-387 | 380-390 | 377-379 |
| Temperatura de Fundición °C | | 395-420 | 395-420 | 400-425 | 400-450 |
| Densidad g/cm ³ | | 6.6 | 6.7 | 6.3 | 6.5 |
| Dureza Brinell | | 70-90 | 80-100 | 90-100 | 80-100 |
| Resist. a la tracción Kg/mm ² | | 25-30 | 27-32 | 28-32 | 20-28 |
| Coef. de expansión lineal cm/cm/°C x 10 ⁶ | | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Alargamiento (20°) % | | 3-6 | 2-6 | 2-4 | 1-4 |

FUENTE: Visita a las Empresas

Base Aluminio

El 45% del consumo total en insumos de base aluminio el año 1976, por las empresas de fundición de moldeo en arena y coquilla correspondió a chatarra; el resto a aleaciones suministradas por la empresa Fundición de Metales Bera del Perú S.A.

Un monto no significativo constituyeron las importaciones de metal refinado.

En cuanto a las empresas de fundición de moldeo a presión, el 100% utilizan aleaciones de aluminio, las de mas importancia son las que contienen una gran proporción de silicio con o sin cobre, que, dadas sus óptimas características de colabilidad y escasa fragilidad en caliente, permiten la obtención de piezas muy complicadas y espesores muy delgados.

3.3.2 Materiales y Productos Auxiliares de Fundición

Entre estos se encuentran los crisoles, aditivos, productos afinadores, etc. generalmente importados y suministrados por empresas comercializadoras como Peruvian-Trading.

La mayoría de los pequeños fundidores no pueden adquirirlos directamente (Importación directa), por falta de financiamiento y facilidades.

Estos hechos influyen en el incremento de precios en los productos y en la calidad obtenida.

Las principales marcas de crisoles utilizadas por los fundidores nacionales son:

Morgan (inglés), Morgan (brasileño), Dixon (americano), Gloria (alemán) y Vulcano (español).

CUADRO No..21

INFORMACION TECNICA SOBRE EL ALUMINIO NACIONAL

| PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS | | 13 Si | 9 Si | 5 Si | 10 Si 0.5 Mg | 9 Si 3.5 Cu | 5 Si 3 Cu |
|--|-----------------------|------------|---------|---------|----------------|-------------|----------------|
| COMPOSICION | Cu. | | | | | 3.5 | 3 |
| | Si | 13 | 9 | 5 | 10 | 9 | 5 |
| | Mg | | | | 0.5 | | |
| | Zn | | | | | | |
| | Fe | | | | | | |
| | Al | 97 | 91 | 95 | 89.5 | 87.5 | 92 |
| NORMAS CORRESPONDIENTES | SAE | 305 | | 35 | 309 | | 326 |
| | ASTM B 179 | 12 A-B | | S 5 F | SC 100 A-B | SC - 94 A | SC - 64 D |
| | B SS 1490 | LM 6 | | LM 18 | LM 9 | LM 24 | LM 4 |
| | DIN 1725 | G-Al Si 12 | | | G-Al/ Si 10 Mg | | G-Al Si 6 Cu 4 |
| Temperatura de Fundición °C | 650-750* 635-700** | 635-700 | 675-750 | 650-750 | 640-700 | 690-750 | |
| Intervalo de Fusión °C | 575 | 575-605 | 575-632 | 560-600 | 520-590 | 525-625 | |
| Densidad g/cm ³ | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.6 | 2.7 | 2.7 | |
| Conduct. elct. relativa | 37 | 37 | 37 | 37 | 27 | 32 | |
| Coef. de exp. lineal cm/°C x 10 ⁶ | 20 | 21 | 22 | 21 | 21 | 21 | |

continúa

| PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS | 13 Si | 9 Si | 5 Si | 10 Si 0.5 Mn | 9 Si 3.5 Cu | 5 Si 3 Cu |
|--|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---|------------------------|-----------------------|
| Dureza Brinell | 45-55* 55-75** | 55-75** | 30-40* | 70-80* | 60-80** | 55-65* |
| Resist. a la tracción Kg/cm ² | 13-16* 18-25** | 18-24** | 12-14* | 20-30* | 19-25** | 13-16* |
| Alargamiento % | 2-5* 1-3* | 1-3** | 3-5* | 1-3* | 0.3** | 0.3* |
| Tipo de fundición Propiedades mecánicas | Fundición en arena y por inyección | Fundición por inyección | Relativamente fácil de mecanizar. | Fundición en arena | Fundición en inyección | Fácil de mecanizar |
| Propiedades anticorrosivas (Resist. a la...) | Atmósfera marítima | Atmósfera normal | Atmósfera normal | Atmósfera marítima | No muy resistente | No muy resistente |
| Propiedades para fundir | Muy fácil de vaciar | Fácil de vaciar | Fácil de vaciar | Fácil de vaciar | Fácil de vaciar | Fácil de vaciar |
| Ejemplo de sus aplicaciones | Material de redes finas | Material de paredes finas | Aparatos y utensilios domésticos | Material fuerte y resistente a la corrosión | Artefactos domésticos | Artefactos domésticos |
| Contracción al molde | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |

* Vaciado en arena

** Fundición por inyección

FUENTE: Visitas a las empresas

Los principales aditivos y productos afinadores usados son:

- El cobre fosforoso
- El cobre manzanoso
- Improvisé (cobre-níquel)

En lo que respecta al petróleo y lubricantes suministrado por Petro-Perú y la energía eléctrica por las E.E.A. A. no hubieron problemas.

3.3.3 Precios

Los precios de los principales insumos se encuentran en el siguiente Cuadro, se puede apreciar las diferencias de precios en los metales refinados adquiridos localmente.

PRECIO MAYO 1977

| INSUMOS | CASA WIESSE | CENTROMIN PERU |
|----------------|----------------|----------------|
| Cobre refinado | 140-155 S./Kg. | 95-110 S./Kg. |
| Zinc refinado | 55-75 S./Kg. | 43-50 S./Kg. |
| Plomo refinado | 55-70 S./Kg. | 40-48 S./Kg. |

FUENTE: Encuestas a las Empresas.

Debido a que Centromin Perú exige una cantidad mínima a comprar (1 tonelada) y pago adelantado, la mayor parte de las pequeñas fundiciones compran estos insumos a casas comercializadoras con el consiguiente recargo en los precios.

Con relación a materiales y productos auxiliares de fundición los precios de los productos importados directamente presentan grandes diferencias, con los vendidos localmente por empresas comercializadoras.

En el Cuadro siguiente se ofrece los precios (mayo - ju

lio 1977) de algunos productos utilizados en la Industria de Fundición No Ferrosa.

| PRODUCTOS | ADQUIRIDOS LOCALMENTE | IMPORTADOS DIRECTAMENTE |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Cobre-fósforo(15%) | S/. 760/Kg. | US\$ FOB 2.5/Kg. |
| Cobre-manganeso(30%) | S/. 649/Kg. | US\$ CIF 2.076/Kg. |
| Improvite cobre níquel (60%) | S/.3440/Kg. | - |
| Cobre-níquel (15%) | - | US\$ FOB 10/Kg. |
| Manganeso | - | US\$ FOB 4.29/Kg. |

FUENTE: Encuestas a las empresas.

Respecto a los crisoles, éstos se clasifican por puntos, entendiéndose por punto el contenido en peso de 1 Kg. de metal líquido (es decir, un crisol de 100 puntos puede contener 100 Kgs. de metal líquido). En el comercio se encuentran crisoles principalmente de 60 a 500 puntos, de esto se desprende que los hornos de este tipo sólo son aptos para colada de poco volumen.

El punto de crisol adquirido localmente está en el rango de 180 a 200 soles/Kg., mientras que importado directamente está alrededor de S/. 100/Kg.

3.4 Capital Accionario

Casi la totalidad de las empresas son notadamente nacionales, solamente Hidrostal S.A. y Sunbeam del Perú S.A., tienen participación de capitales extranjeros en su capital accionario. La incidencia de capital extranjero en la industria de fundición no ferrosa, no es significativa.

3.5 Activos Fijos e Inversiones

El valor del activo fijo corresponde al valor contable consignado para los activos fijos de los establecimientos industria

les registrados acumulado al 31 de Diciembre de cada año. Comprende el valor de los terrenos, edificios, talleres, maquinaria y equipo, mobiliario, vehículos y otros activos fijos de propiedad del establecimiento, incluyendo las revalorizaciones y deducidas las depreciaciones.

El valor de la inversión anual comprende el valor de los activos fijos adquiridos por el establecimiento durante el año productivo, comprados de otras empresas o construídos por el propio establecimiento para su uso.

Debido a dificultades en la recopilación de información sobre estos aspectos económicos de las empresas, causadas principalmente por la estructura productiva que poseen (integradas a fundiciones de hierro, absorben producción propia o integradas en empresas de otra actividad), se ha optado por realizar el modelo de una planta de fundición de moldeo en arena, con un volumen productivo promedio normal de acuerdo a los datos obtenidos en las visitas efectuadas.

MODELO DE UNA PLANTA TIPICA DE FUNDICION NO FERROSA CON MOLDEO

EN ARENA

I. CARACTERISTICAS GENERALES

| | | |
|--|-------|---------------------------------------|
| 1. <u>Terreno necesario</u> | : | Aprox. 200 m ² (alquilado) |
| 2. <u>Potencia a instalar</u> | : | Aprox. 10-15 KVA |
| 3. <u>Personal necesario</u> | | |
| - 1 maestro o encargado | | 1 |
| - 2 moldeadores | | 2 |
| - 2 ayudantes | | 2 |
| - 2 peones (horno-arenas- limpieza de piezas) | | 2 |
| | TOTAL | <u>7</u> personas |
| 4. <u>Producción Prevista</u> | | |
| -Piezas de aluminio | | 3 TM/año |
| -Piezas de bronce o latón | | 20 TM/año |
| -Piezas de aleaciones especiales | | <u>1</u> TM/año |
| | | 24 TM/año |

5. Facturación Prevista

| | | | | |
|------------------|--------------|---|----------------|-------|
| - Aluminio | 3,000 x 150 | = | 450,000 | Soles |
| - Bronce o latón | 20,000 x 280 | = | 5'600,000 | Soles |
| - Bronces espec. | 1,000 x 700 | = | <u>700,000</u> | Soles |
| | TOTAL | | 6'750,000 | Soles |

II. INVERSIONES

1. Equipo necesario

| | | | | |
|-----|--------------------------|-----|------------------|------------|
| 1.1 | Hornos de Crisol (2) | S/. | 120,000 | nacional |
| 1.2 | Molino de arenas (1) | S/. | 350,000 | nacional |
| 1.3 | Mezclador arena almas(1) | S/. | 130,000 | nacional |
| 1.4 | Grúa simple 1000 Kg.(1) | S/. | 320,000 | nacional |
| 1.5 | Caja de moldeo (varias) | S/. | 80,000 | nacional |
| 1.6 | Herramientas varias | S/. | 150,000 | nac., imp. |
| 1.7 | Equipos de control | S/. | 120,000 | nac., imo. |
| 1.8 | Varios | S/. | <u>60,000</u> | nacional |
| | | S/. | <u>1'330,000</u> | |

2. Capital de trabajo

| | | | | |
|-----|--|-----|----------------|-----------|
| 2.1 | 2 TM de materia prima | S/. | 359,000 | nacional |
| 2.2 | Productos auxiliares | S/. | 60,000 | importado |
| 2.3 | Previsión de sueldos, impuestos, y gastos - varios | S/. | <u>110,000</u> | |
| | | S/. | <u>520,000</u> | |

3. Obras a realizar en local (alquilado)

| | | | | |
|-----|----------|-----|---------|--|
| 3.1 | Estimado | S/. | 150,000 | |
|-----|----------|-----|---------|--|

4. Montaje de instalaciones

| | | | | |
|-----|----------|-----|---------------|--|
| 4.1 | Estimado | S/. | <u>40,000</u> | |
|-----|----------|-----|---------------|--|

TOTAL S/.2'040,000

5. Impuestos (10%) 204,000

6. TOTAL INVERSIONES S/.2'244,000

III. CALCULO DE COSTOS

1. Materia Prima

| | | | | |
|-----------------------|---|--------------|---|--------------------|
| - Aluminio | = | 3,500 x 70 | = | S/. 245,000 |
| - Bronces | = | 22,000 x 120 | = | S/. 2'640,000 |
| - Bronce espe cial | = | 1,100 x 200 | = | S/. <u>220,000</u> |
| | | | | S/. 3'105,000 |

2. Mano de Obra

| | | | |
|-----------------|---|--|--------------------|
| - 1 encargado | - | | S/. 410,000 |
| - 2 moldeadores | - | | S/. 520,000 |
| - 4 ayudantes | - | | S/. 960,000 |
| - Control | - | | S/. <u>110,000</u> |
| | | | S/. 2'000,000 |

3. Energía

| | | |
|-------------------|---|------------|
| - 24,000 KWH x 20 | = | S/. 48,000 |
|-------------------|---|------------|

4. Impuestos y Gastos Varios= S/. 250,000

5. Alquileres = S/. 200,000

TOTAL S/. 5'603,000

R E S U M E N

I. INVERSIONES S/. 2'244,000

II. PERSONAL OCUPADO 7 PERSONAS

III. GASTOS ANUALES S/. 5'603,000

IV. VENTAS S/. 6'750,000

V. BENEFICIOS NETOS S/. 1'147,000

-INVERSION POR HOMBRE = S/. 320,000

-FACTURACION POR HOMBRE = S/. 960,000

3.6 Personal Ocupado

Al 31 de diciembre de 1975 la industria de fundición no ferrosa ocupaba 323 personas que representó aproximadamente el 0.12% del personal ocupado en el sector manufacturero.

Para el cálculo del personal ocupado por esta industria en algunos casos se ha tenido que estimar cifras.

El Cuadro No. 22 , muestra la evolución del personal ocupado para el período (1974-1976), que tuvo una tasa acumulativa anual creciente de aproximadamente 6%.

Una característica de las fundiciones que moldean en arena es que cuando incrementan su producción demandan generalmente mayor capacidad de mano de obra, este fenómeno no sucede con las empresas que utilizan el moldeo a presión y coquilla, ya que el aumento de producción se logra gracias a las capacidades ociosas disponibles.

En la totalidad de las empresas del programa, el personal técnico, alcanza en promedio el 10% del personal total.

CUADRO No. 22.
PERSONAL OCUPADO
(Unidades)

| INDUSTRIA DE FUNDICION NO FERROSA | 1974 | 1975 | 1976 |
|--------------------------------------|------|------|------|
| Número de trabajadores | 305 | 323 | 343 |

FUENTE: Visitas y Encuestas a las Empresas

CUADRO No.23.

PERSONAL OCUPADO (UNIDADES)

1976

| CODIGO EMPRESA | TOTAL | ARENA | NOLDE META-LICO | PRESION |
|----------------|-------|-------|-----------------|---------|
| A | 6 | 4 | 2 | - |
| P | 4 | 4 | - | - |
| C | 7 | 5 | 2 | - |
| D | 12 | - | 4 | 8 |
| E | 20 | - | - | 20 |
| F | 19 | 9 | 5 | 5 |
| G | 15 | 15 | - | - |
| H | 18 | 15 | 3 | - |
| I | 10 | - | 10 | - |
| J | 3 | - | - | 3 |
| K | 3 | 3 | - | - |
| L | 6 | - | 1 | 5 |
| LL | 12 | 12 | - | - |
| M | 10 | 10 | - | - |
| N | 4 | 4 | - | - |
| Ñ | 11 | 11 | - | - |
| O | 10 | - | 4 | 6 |
| P | 15 | 12 | 3 | - |
| Q | 10 | - | - | 10 |
| R | 14 | - | - | 14 |
| S | 15 | - | - | 15 |
| T | 3 | - | 3 | - |
| U | 2 | - | 2 | - |
| V | 5 | 5 | - | - |
| X | 2 | - | - | 2 |
| Y | 30 | - | 15 | 15 |
| Z | 20 | 20 | - | - |
| PP | 57 | 57 | - | - |
| TOTAL | 343 | 183 | 57 | 103 |
| % | 100 | 54.23 | 15.75 | 30.02 |

FUENTE: Visitas a las Empresas.

3.7 Productividad

Para los fines del presente estudio se han tomado los índices VBP/hombre, Tn/hombre tal como se indica en los Cuadros No.24 y No.25

En general la productividad es bastante inferior al nivel promedio mundial, lo cual demuestra el bajo desarrollo alcanzado por nuestro país en esta industria.

No se ha logrado medir el índice cantidad de horas-hombre/Tn al no disponer de información.

CUADRO No.24

PRODUCTIVIDAD (VBP/HOMBRE)

1976

| EMPRESA | MOLDEO EN ARENA | MOLDE METALICO | PFESION |
|----------|-----------------|----------------|---------|
| A | 1,785 | 1,100 | - |
| B | 361 | - | - |
| C | 715 | 1,100 | - |
| D | - | 3,375 | 3,807 |
| E | - | - | 2,415 |
| F | 667 | 600 | 480 |
| G | 1,543 | - | - |
| H | 705 | 366 | - |
| I | - | 1,320 | - |
| J | - | - | 2,500 |
| K | 487 | - | - |
| L | - | 290 | 1,223 |
| LL | 820 | - | - |
| M | 1,200 | - | - |
| N | 450 | - | - |
| O | 859 | - | - |
| O | - | 145 | 1,103 |
| P | 580 | 1,200 | - |
| Q | - | - | 1,500 |
| R | - | - | 550 |
| S | - | - | 800 |
| T | - | 163 | - |
| V | - | 322 | - |
| W | 280 | - | - |
| X | - | - | 800 |
| Y | - | 1,547 | 854 |
| Z | 308 | - | - |
| PP | 200 | - | - |
| Promedio | 730.6 | 960.6 | 1,457.4 |

FUENTE: Encuestas a Empresas

CUADRO No. 25
PRODUCTIVIDAD (TM/HOMBRE)
1976

| EMPRESAS | MOLDEO EN ARE NA | MOLDE METALI CO | PRESION |
|----------|---------------------|--------------------|----------|
| A | 6.6 | 5.0 | - |
| B | 2.3 | - | - |
| C | 4.0 | 5.0 | - |
| D | - | 11.3 | 13.5 |
| E | - | - | 8.1 |
| F | 5.6 | 2.0 | 1.5 |
| G | 8.0 | - | - |
| H | 3.7 | 1.7 | - |
| I | - | 6.0 | - |
| J | - | - | 2.3 |
| K | 3.0 | - | - |
| L | - | 1.0 | 4.8 |
| LL | 4.2 | - | - |
| M | 6.0 | - | - |
| N | 2.3 | - | - |
| O | 1.9 | - | - |
| Q | - | 0.5 | 3.7 |
| P | 5.0 | 4.0 | - |
| R | - | - | 5.0 |
| S | - | - | 1.7 |
| T | - | - | 2.7 |
| U | - | 0.5 | - |
| V | - | 1.0 | - |
| W | 2.0 | - | - |
| X | - | - | 2.5 |
| Y | - | 5.3 | 2.7 |
| Z | 1.8 | - | - |
| Promedio | 1.4 .9 | - 3.6 | - 5.0 |

FUENTE: Encuestas a Empresas.

IV. A S P E C T O S T E C N I C O S

4. ASPECTOS TECNICOS

4.1 Procesos de Producción

Las empresas productoras de piezas fundidas en aleaciones no férreas las dividiremos en tres grandes grupos que definen las tecnologías básicas de fabricación.

a. Moldeo en arena

El molde se hace comprimiendo arena de fundición alrededor del modelo colocado en el interior de un bastidor adecuado llamado caja; después de la colada, se levanta la caja y se rompe el molde para extraer la pieza. Para hacer otra pieza es necesario rehacer el molde.

b. Moldeo en molde metálico

-Cocquilla.- En este caso, el molde se prepara sin la ayuda de modelo ninguno, labrando directamente la pieza en uno o varios bloques de metal (generalmente hierro fundido o acero) que viene a constituir la cocquilla que dura numerosas coladas.

-Centrifugado.- Con este sistema se aprovecha la fuerza centrífuga para dar forma a la pieza y para obtener una mayor presión sobre el metal fundido, con el resultado de que este último queda más compacto después de la solidificación y que la exactitud de las dimensiones de las piezas sea mucho mayor de la que se pueda obtener con la colada por simple gravedad.

c. Moldeo a presión

Se basa en la introducción violenta de cierta cantidad de metal fluido o pastoso en un molde permanente por medio de una presión ejercida desde el exterior.

En este proceso se emplean las siguientes máquinas:

-Máquinas de cámara caliente.- Están constituidas por dos partes esenciales, una que sirve para el emplazamiento de la matriz y otra (cámara de fusión) para la fusión y conservación del material líquido. Estas máquinas trabajan con aleaciones de zinc.

-Máquinas de cámara fría.- El metal es fundido en un horno normal, es sacado con una cuchara, introduciéndolo en la cámara de presión, en donde es comprimido contra la matriz por un pistón movido hidráulicamente. Estas máquinas trabajan principalmente con aleaciones de aluminio y cobre.

En cada uno de los anteriores grupos pueden fabricarse piezas en aleaciones:

- Base cobre
- Base aluminio
- Base zinc

En el Cuadro siguiente se indican las diferentes tecnologías empleadas por los fundidores peruanos de aleaciones no ferrosas.

CUADRO No .26

| TECNOLOGIA | BASE Cu | BASE Al. | BASE Zn |
|------------------------------|---------|----------|---------|
| a. Moldeo en arena | X | X | |
| b. Moldeo molde metálico. | | | |
| -Coquilla | X | X | X |
| -Centrifugado | X | | |
| c. Moldeo a presión | | | |
| -Máquinas de cámara caliente | | | X |
| -Máquinas de cámara fría | X | X | X |

FUENTE: Encuesta a las empresas

4.2 Capacidad Instalada

La capacidad instalada de producción de una industria y/o empresa industrial, depende de la capacidad de cada uno de los procesos que comprende el sistema productivo de ésta.

En fundición esta capacidad siempre cubierta por los hornos - de fusión, se mide en el caso de las pequeñas empresas de moldeo en arena, por la capacidad de moldeo que viene dada a su vez por el número de personas que trabajan.

Esto se debe a que la totalidad de estas empresas emplean el moldeo manual que constituye la característica de las fundiciones de piezas variadas y de las que se dedican a la construcción de grandes piezas, como por ejemplo las hélices para uso naval.

En lo referente a las plantas que utilizan el moldeo en molde metálico, en las visitas efectuadas a las principales empresas, la utilización de la maquinaria se observa en el Cuadro No.26 de la información proporcionada se desprende que las empresas que trabajan en coquilla tienen un alto porcentaje de utilización de su capacidad instalada, caso contrario de las que trabajan con moldeo centrifugado, que la utilizan en un bajo porcentaje debido principalmente al costo de los productos.

El Cuadro No.27, muestra el grado de utilización de la capacidad instalada de las principales empresas fundidoras a presión.

Se observa, que las empresas integradas que absorben producción propia poseen un alto grado de utilización de su capacidad instalada, con excepción de la empresa Delcrosa S.A.

4.3 Control de Calidad y Normas Técnicas

4.3.1 Control de Calidad de los Insumos

-Moldeo en arena y molde metálico

La mayor parte de las empresas que trabajan con estos

CUADRO No.26

CAPACIDAD INSTALADA DE LAS EMPRESAS DE MOLDEO EN MOLDE METALICO

1976

(1 Turno)

| CODIGO | EMPRESAS | MOLDEO EN MOLDE METALICO | | | | | | | | |
|--------|------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|
| | | BASE COBRE | | | BASE ZINC | | | BASE ALUMINIO | | |
| | | Produc. (TM) | Capac.- Inst. - (TM) | % Capac. Utiliza- da | Produc. (TM) | Capac.- Inst. - (TM) | %Capac. Utiliza da | Produc. (TM) | Capac.- Inst. - (TM) | % Capac. Utiliza da |
| A | Bronce fosforoso | 10 | 16 | 62.5 | - | - | - | - | - | - |
| C | Hernán Caballero | 10 | 60 | 16.6 | - | - | - | - | - | - |
| D | Sunbeam | - | - | - | - | - | - | 45 | 50 | 90 |
| F | Delcrosa S.A. | - | - | - | - | - | - | 10 | 12 | 83.3 |
| H | F. Centrífuga | 5 | 10 | 50 | - | - | - | - | - | - |
| I | Bronce metal | 60 | 90 | 66.6 | - | - | - | - | - | - |
| L | Ceccareli | - | - | - | 1 | 1.5 | 66.6 | - | - | - |
| P | F. Negri | - | - | - | 0.5 | 1 | 50.0 | 11.5 | 12.7 | 90.0 |
| T | Metinsa | - | - | - | - | - | - | 1.6 | 5 | 32 |
| V | Ind. de Metales | 80 | 88.8 | 90 | - | - | - | - | - | - |

FUENTE: Encuestas y Visitas a Empresas.

CUADRO No.27

CAPACIDAD INSTALADA DE LAS EMPRESAS DE MOLDEO A PRESION

1976

(1 Turno)

| CODIGO | EMPRESAS | MOLDEO A PRESION | | | | | | | | |
|--------|--|------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| | | BASE COBRE | | | BASE ZINC | | | BASE ALUMINIO | | |
| | | Produc. (TM) | Capac. Inst. (TM) | % Capac. Utiliza- da | Produc. (TM) | Capac. Inst. (TM) | % Capac. Utiliza- da | Produc. (TM) | Capac. Inst. (TM) | % Capac. Utiliza- da |
| D | Sunbeam del Perú | - | - | - | 108 | 120 | 90.0 | - | - | - |
| E | Moraveco | 1 | 1.1 | 90.0 | 150 | 166.6 | 90.0 | 10 | 11.1 | 90.0 |
| F | Delcrosa | - | - | - | 2.5 | 125 | 2.0 | 5 | 7.1 | 70.0 |
| J | Industrias Reunidas S.A. | - | - | - | 25 | 62.5 | 40.0 | - | - | - |
| L | Ceccarelli | - | - | - | 19 | 21.1 | 90.0 | - | - | - |
| O | Son Mecano S.A. | - | - | - | 24 | 25.2 | 95.0 | - | - | - |
| Q | ESMETEC | - | - | - | 50 | 54.3 | 92.0 | - | - | - |
| R | FERMA | - | - | - | 18 | 30 | 60 | 6 | 10 | 60.0 |
| S | FIAM | - | - | - | 30 | 33.3 | 90.0 | 10 | 10.5 | 95.0 |
| U | Zamac Inyección | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| X | BRIANZA | 5 | 5.5 | 90.0 | - | - | - | - | - | - |
| Y | Industrialización de Me- tales S.A. | 40 | 44.4 | 90.0 | - | - | - | - | - | - |

FUENTE: Encuestas y Visitas a las Empresas.

procesos utilizan como insumo principal chatarra de fundición, la cual solo se somete a clasificación.

No hay problemas en cuanto a calidad con los insumos - proporcionados por Centromin Perú (cobre refinado, zinc refinado, plomo refinado).

- Moldeo a presión

Particularmente importante en la fundición a presión es el empleo de materiales de gran pureza, pues de lo contrario se pueden presentar deformaciones en el producto, debidas a inestabilidad dimensional y a fenómenos de corrosión intercrystalina.

Hay que hacer notar que los lingotes de zamac y aluminio proporcionados principalmente por Metales Rera del Perú y Metales Sol del Perú, a las empresas de fundición de piezas no ferrosas, no ofrecen problemas de calidad, debido a contar con equipos adecuados de laboratorio y espectrometría, enviándose informes con los respectivos lotes de envío.

4.3.2 Control de calidad durante el proceso

En la mayoría de las fundiciones de moldeo en arena se observa la inexistencia de equipos de preparación de arena idóneos.

Durante el proceso de none mayor atención en la composición y temperatura del metal líquido.

Respecto al control de temperatura de colada del metal líquido, el 46% de las empresas de moldeo en arena y molde metálica lo hace con termocuplas instaladas o con pirómetros ópticos.

El 54% restante lo hace en forma visual mediante el co-

CUADRO No. 28

CONTROL DE CALIDAD

MOLDEO EN ARENA Y MOLDE METALICO

| Código | Control Temperatura | Análisis Químico | Espec-tografía | Control Visual-del pro-ducto | Control de Arenas | EMPRESAS |
|--------|---------------------|------------------|----------------|------------------------------|-------------------|--|
| A | V | - | - | X | X | Bronce Fosforoso |
| B | V | - | - | X | - | Fumesa |
| C | P | - | - | X | - | Hernan Caballero |
| G | P | X | - | X | X | SIMA |
| H | P | X | - | X | - | Fundición Centrífuga |
| L | P | X | X | X | - | Bronce Metal |
| K | V | - | - | X | - | Metalúrgicas Especiales |
| LL | P | X | - | X | X | Fundición Hidrostat |
| M | V | - | - | X | - | Ind. Nacional de Bronce |
| N | V | - | - | X | - | Salvador Valdivia |
| P | P | - | - | X | X | Cía. Industrial P.Negri |
| T | V | X | - | X | X | Metinsa |
| V | V | - | - | X | - | Industrias Nova |
| W | V | - | - | X | X | Fisa |
| Y | P | X | - | X | - | Industrialización de Me- tales S.A. |

V = Visual

P = Pirómetro

X = Si existe

- = No existe

lor del caldo metálico.

En lo referente a la fundición por presión, la temperatura de colada es comprobada periódicamente, debido a - que mientras a temperaturas demasiadas bajas las piezas quedan sin llenar, a temperaturas demasiado altas pueden producirse con mayor facilidad soldaduras y grietas.

4.3.3 Control de calidad de los productos

El Cuadro No. 28, muestra las empresas de moldeo en arena y molde metálico que cuentan con equipo de laboratorio, al respecto mencionaremos que solo una empresa cuenta con espectrógrafo de absorción atómica.

En todas las empresas se efectúa el control visual de los productos fundidos.

No existen controles de radiografía, ultrasonido, líquidos penetrantes, ensayos de presión, etc.

4.3.4 Normas técnicas

El Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), no ha elaborado normas técnicas nacionales sobre especificaciones de calidad y de proceso de fabricación para los productos fundidos no ferrosos.

Las empresas trabajan generalmente con normas extranjeras, tales como: ASTM, AFS, etc.

La mayor parte de las empresas que emplean moldeo en arena trabajan sin normas técnicas.

4.4 Calidad de la Mano de Obra

La fundición en el momento actual es una industria fundamental para la construcción de máquinas, que exige una amplia cultura

profesional en el que se dedica a ella, pues requiere conocimientos técnicos diversos, mucha experiencia en los numerosos recursos prácticos, así como una capacidad especial para idear y aprovechar tales recursos.

A continuación por procesos productivos en base a las visitas efectuadas se hace comentarios sobre el tema.

-Moldeo en arena y molde metálico

El entrenamiento del personal tanto técnico como obrero se realiza en el mismo trabajo, se puede decir que "se aprende trabajando"..

No existe especialización por procesos productivos, generando pérdida de eficiencia.

Hay desconocimiento general de las técnicas actuales en procesos como: fusión, colada, solidificación, etc., asimismo en el uso de los productos auxiliares de fundición (afinadores, aditivos, aglomerantes, etc.)

Se patentiza esta situación en la corta vida que tienen los crisoles en la mayor parte de las empresas, con el consiguiente aumento en los costos de producción.

Generalmente las empresas solucionan aceptablemente los problemas que afrontan en la construcción de modelos y coquillas de fundición; existe en el país capacidad en la fabricación de estos elementos, no así en el diseño de coquillas para piezas complejas.

-Moldeo a presión

El entrenamiento del personal está orientado al buen funcionamiento de las máquinas.

En la fundición a presión contrariamente a lo que sucede en la fundición en arena y en coquilla, los factores mecánicos asu-

men una importancia incluso mayor que los factores metalúrgicos inherentes a la sistematización de la colada y a la alimentación de la pieza. Esto no significa que se descuide la elección de la aleación adecuada, o la determinación de la temperatura mas conveniente para la fundición de la pieza.

De capital importancia para el buen resultado de la fundición a presión son el proyecto racional y la correcta ejecución de la matriz.

4.5 Tecnología, Investigación y Desarrollo Tecnológico

4.5.1 Tecnología

El nivel tecnológico logrado por la Industria Nacional de Fundición no Ferrosa varía de proceso a proceso y de empresa a empresa como a continuación se detalla:

-Fundición de moldeo en arena y en coquilla

La mayoría de las empresas que emplean estos procesos utilizan tecnología propia basado en la experiencia y la práctica, esto se explica debido a no ser fundiciones muy especializadas que trabajen con una gama limitada de aleaciones, y no requerir exigentes normas de calidad que deban ser cumplidas.

Esta situación refleja que la Industria Nacional de Fundición No Ferrosa se encuentre en una posición de desventaja tecnológica, pues es en estos momentos cuando la producción de piezas fundidas en el mundo se apoya sobre una base científica, en lugar de sobre tanteos y experiencia.

-Fundición a presión

El nivel tecnológico que poseen la mayor parte de empresas que utilizan este proceso es aceptable.

Así tenemos cuarentas algunas empresas poseen mayores niveles tecnológicos tanto en lo referente al proceso - como en el equipamiento de sus instalaciones como: Moraveco S.A., Surbeam del Perú S.A., Inresa, Delcrosa, - hay otras empresas que han alcanzado un desarrollo tecnológico de menor grado, tales como: Ferma S.A., Fiam S.A., Esmetec S.A.

La mayor parte de estas empresas solucionan el problema de matricería, aunque en algunos casos como Surbeam del Perú S.A., utilizan matrices importadas para piezas complejas.

4.5.2 Investigación y Desarrollo Tecnológico

En el país las universidades y demás Centros Superiores - que cuentan con programa de Metalurgia, no realizan investigación.

Algunas empresas realizan investigación en muy pequeña escala para resolver problemas específicos.

Mientras que el Perú no cuente con un Centro de Investigación Metalúrgico no podrá asimilar racionalmente tecnologías foráneas ni crear su propia tecnología.

V. INFORMACION TECNICA PARA EL DESARROLLO EN EL PERU
DE LA FUNDICION DE COBPE Y SUS ALEACIONES

5. INFOPLACION TECNICA PARA EL DESARROLLO EN EL PEPU DE LA FUNDICION - DE COBRE Y SUS ALEACIONES

5.1 Tipo de Aleaciones

Las aleaciones de cobre para fundir se dividen, por su naturaleza, en dos grupos: las de intervalo de solidificación largo y las de intervalo corto. En el Cuadro No.29, se indica la clasificación de aleaciones bajo este aspecto.

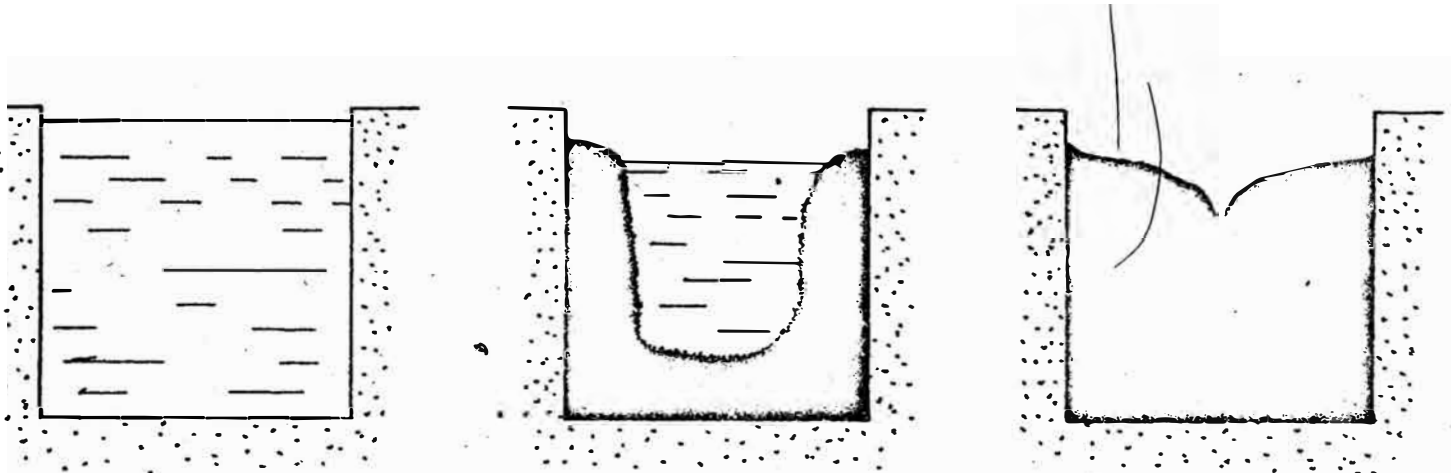
La amplitud del intervalo de solidificación determina la forma en que la aleación solidifica y ejerce un profundo efecto sobre las características de fundición de la aleación.

En las aleaciones de intervalo de solidificación corto, al ser absorbido el calor por las paredes del molde, se forman pequeños cristales (dendritar) junto a la superficie del mismo en cuanto se alcanza el límite superior de solidificación. Cuando la temperatura disminuye, se van depositando cada vez más - cristalinas, que se unen para formar una pared maciza que avanza hacia el interior del metal líquido (Fig.2). Este proceso continúa hasta que las paredes que avanzan se tocan. Mientras se produce esta solidificación, el metal líquido se contrae al descender su temperatura, y en el momento de la solidificación se produce una nueva contracción, ya que el volumen del metal-sólido es inferior de un 4% a un 7% al del metal líquido.

Por efecto de esta contracción, se forman una serie de cavidades en la zona que más tarda en solidificarse (Fig. 3), a no ser que se efectúe una aportación de metal líquido para llenar estas cavidades. Esto se consigue situando una masa adicional de metal sobre la última zona en solidificar, de forma que las cavidades de contracción se produzcan en esta masa (mazarota o bebedero) y no en la pieza fundida.

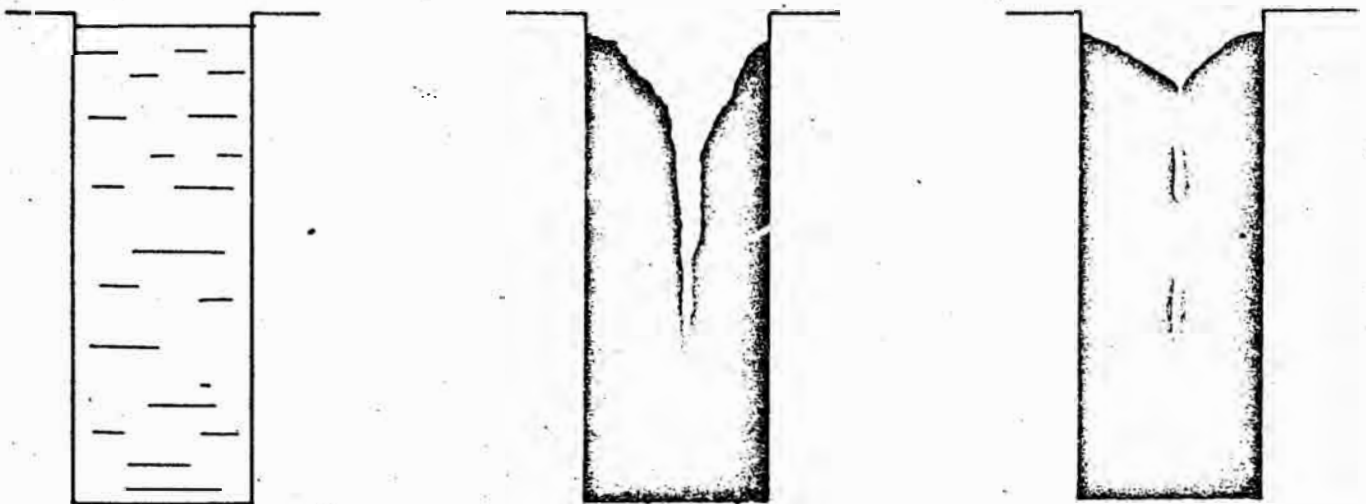
El objetivo deberá ser, por consiguiente, el de fomentar la solidificación direccional; es decir la solidificación que comien

FIGURA N° 2



SOLIDIFICACION DE LAS ALEACIONES DE INTERVALO DE SOLIDIFICACION CORTO

FIGURA N° 3



SOLIDIFICACION DE LAS ALEACIONES DE INTERVALO DE SOLIDIFICACION CORTO

CUADRO No. 29

CLASIFICACION DE LAS ALEACIONES SEGUN LAS CARACTERISTICAS
DE LA FUNDICION

| ALEACION | DESIGNACION INGLESA BS 400 | INTERVALO DE - SOLIDIFICACION APROXIMADO |
|--|----------------------------------|--|
| <u>INTERVALO DE SOLIDIFICACION CORTO</u> | | |
| Cobre de alta conductividad | HCC1 | Ninguno |
| Cobre Cromo | CC1 | Ninguno |
| Bronce de aluminio | AB1 | 5-15°C |
| Bronce de aluminio | AB2 | 5-15 |
| Aleación CMA | CMA1 | 20-50 |
| Aleación CMA | CMA2 | 20-50 |
| Latón de alta resistencia | HTB1 | 10-20 |
| Latón de alta resistencia | HTB2 | 10-20 |
| Latón colado en arena | SCB1 | 20-50 |
| Latón colado en arena | SCP4 | 20-50 |
| Latón colado en arena | SCB6 | 20-50 |
| <u>INTERVALO DE SOLIDIFICACION LARGO</u> | | |
| Bronce fosforoso | PB1 | 100-180 |
| Bronce fosforoso | PB2 | 100-180 |
| Bronce fosforoso | CT1 | 100-180 |
| Bronce fosforoso | PB4 | 100-180 |
| Bronce fosforoso al plomo | LPB1 | 100-180 |
| Bronce al plomo | LB1 | 100-180 |
| Bronce al plomo | LB2 | 100-180 |
| Bronce al plomo | LB4 | 100-180 |
| Bronce al plomo | LB5 | 100-180 |
| Bronce industrial | G1 | 100-180 |
| Bronce industrial | G3 | 100-180 |
| Bronce industrial al plomo | LG1 | 100-180 |
| Bronce industrial al plomo | LG2 | 100-180 |
| Bronce industrial al plomo | LG4 | 100-180 |

ce en el punto más alejado del bebedero y avance con metal líquido, siempre disponible para llenar las cavidades de contracción, hasta que se solidifique el propio bebedero. El gradiente térmico necesario para obtener una solidificación direccional se puede lograr, en circunstancias desfavorable, mediante el empleo de suplementos (enfriadoras) en la que deba comenzar la solidificación.

En las aleaciones de intervalo de solidificación largo, ésta comienza, como en las de intervalo corto, con la formación de cristalitos en todo el líquido restante, el cual se transforma en una masa pastosa, a través de la cual el metal líquido tiene dificultades para pasar, para compensar la contracción. Entonces, la única alimentación posible consiste en un suplemento de la propia masa pastosa (masa de carga), cosa que únicamente se puede efectuar en las primeras fases de la alimentación, antes de que se forme una red sólida continua. Toda alimentación posterior únicamente puede producirse mediante el movimiento del líquido a través de los estrechos canales inter-dendríticos. Por consiguiente, en estas aleaciones existe alguna porosidad dispersa en la mayoría de las partes de la pieza fundida, excepto quizás, en las paredes delgadas, en las que se produce una solidificación rápida.

En las aleaciones de intervalo de solidificación largo, los bebederos grandes pueden resultar más perjudiciales que beneficiosos porque mantienen en estado líquido la zona de la pieza fundida, situada inmediatamente debajo del bebedero (a causa de la masa del bebedero), sin alimentarla correctamente; frecuentemente se forman cavidades de contracción inmediatamente debajo de los bebederos.

A causa de la influencia de la gravedad en la masa de alimentación, es más importante en estas aleaciones aumentar la altura de los bebederos que su diámetro, siendo la relación recomendada entre altura y diámetro de 3 : 1 ó 4 : 1.

CUADRO No. 30

CONTRACCION DE LAS ALEACIONES DE COBRE
DURANTE LA SOLIDIFICACION

| ALEACIONES | % CONTRACCION DURANTE LA - SOLIDIFICACION |
|---|--|
| Bronce de aluminio (90% Cu, 10% Al) | 4.1 |
| Cobre (desoxidado) | 3.8 |
| Bronce antifricción (80% Cu, 10% Sn, 10% Pb) | 7.3 |
| Latón rojo (85% Cu, 5% Sn, - 5% Pb, 5% Zn) | 6.3 |
| Latón al plomo (70% Cu, 27% Zn, 2% Pb, 1% Sn) | 6.4 |
| Bronce al manganeso (56.7% - Cu, 40% Zn, 1.3 Fe, 1% Al, - 0.5% Sn, 0.5% Mn) | 4.6 |

Por consiguiente, lo primero que se debe considerar es el tipo de aleación; así, si se trata de una aleación de intervalo de solidificación corto, se dispondrá las entradas, bebederos y enfriadores de modo que se obtengan los gradientes térmicos correctos, y los bebederos tendrán el tamaño suficiente para proporcionar el metal líquido que compense la contracción. Esto, evidentemente, no siempre resulta fácil, en especial en el caso de aleaciones que produzcan escoria. Si la aleación es de intervalo de solidificación largo, unos bebederos grandes pueden resultar más perjudiciales que beneficiosos, y la altura resulta importante para incrementar el efecto de la gravedad.

Además de la diferencia en la forma de solidificación de los tipos de aleaciones, existe otra diferencia muy importante que debe tenerse presente: la de que las aleaciones de intervalo de solidificación largo tienen tendencia, casi sin excepción, a la reacción metal-molde, en la que el metal líquido reacciona con la humedad de la arena para formar óxidos, liberando hidrógeno, que se disuelve en el metal líquido, pero que es expulsado de la solución durante la solidificación, formando cavidades en la pieza fundida. Por consiguiente, el control de la composición (especialmente el fósforo, que reacciona violentamente con el oxígeno), reviste gran importancia, así como el control del contenido de la humedad del molde.

5.2 Hornos

Los factores que condicionan la elección de un horno para una aplicación determinada son:

- a) Flexibilidad.- Esta es una de las características más deseables en una fundición en la que se vayan a emplear aleaciones diferentes, pues deberá ser posible pasar de una aleación a otra, en el menor tiempo posible, sin peligro de contaminación de la carga siguiente.

Por lo mismo un horno deberá ser capaz de fundir toda la ga

ma de aleaciones que maneja normalmente la fundición, aunque, en ocasiones, se necesite una aleación o grupo de aleaciones en una cantidad tal que resulte más rentable dedicar un horno u hornos exclusivamente a este trabajo.

Otra ventaja de la flexibilidad es la posibilidad de fundir cantidades muy inferiores a la capacidad máxima del horno sin pérdida de fusión indebidas o sin aumentar el consumo de combustible.

- b) Pérdidas de fusión.- Deberán ser bajas, tanto durante el período de fusión como mientras la carga se mantiene fundida. Si se emplean fundentes o cubrientes para reducir la pérdida de metal, éstos se deberán poder aplicar y suprimir fácilmente y no deberán aumentar mucho el costo de la fusión. El humo se deberá proyectar de forma tal que los fundentes, se si emplean, ocasionen un desgaste mínimo en refractarios y crisoles.
- c) Calidad de la fundición.- El metal fundido no deberá estar muy oxidado ni contaminado con gas procedente de la atmósfera del horno. El horno deberá proyectarse de tal manera, - que si se produce una absorción de gas, ya sea de la atmósfera del horno o a través de la contaminación de la carga, sea posible la desgasificación mediante una purga con nitrógeno o con tratamiento por fundente, de una manera rápida, eficaz y sin pérdidas excesivas de temperatura.
- d) Rendimiento térmico.- Deberá ser lo más elevado posible, - con el fin de que el consumo de combustible sea bajo. El rendimiento térmico de los hornos de crisol es bajo; pero - si, como sucede frecuentemente, tales hornos se utilizan para fundir pequeñas cantidades de metal, no puede esperarse que su rendimiento sea elevado.
- e) Tiempo de fusión.- Deberá ser lo más corto posible, especialmente cuando se está fundiendo la carga sólida. El hor

no, después del calentamiento inicial, deberá mantener la velocidad de fusión, de forma que el tiempo de fusión se pueda calcular con precisión y se preparen los moldes de acuerdo con el metal disponible.

- f) Funcionamiento.- El horno deberá resultar económico por lo que respecta a la mano de obra necesaria, y además no precisará de grandes conocimientos por parte de los operarios para que funcione satisfactoriamente.
- g) Condiciones de trabajo.- El polvo, el humo, el calor y el ruido deberán ser mínimos, tanto en el local del horno, donde afecta principalmente a los operarios del mismo, como a alguna distancia de los hornos, donde cualquier fallo de estos factores puede ejercer un efecto pernicioso sobre las condiciones generales de la instalación. Los sistemas de carga y manipulación, el control y mantenimiento de los quemadores deberán estar dispuestos de modo que los horneros u hornero hayan de permanecer el menor tiempo posible en la zona más cálida alrededor de los hornos y puedan controlar adecuadamente, desde cierta distancia, el desarrollo de la fusión. Idealmente, el hornero debería bajar las cargas al horno en lugar de elevarlas desde el nivel del piso hasta la boca de la carga o crisol.
- h) Mantenimiento.- El horno deberá requerir un mantenimiento mínimo, especialmente por parte de personal especializado, y dicho mantenimiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar de manera rápida y efectiva. Las piezas que requieren un control periódico deberán poder ser desmontadas para dicha finalidad y recambios previstos.
- i) Medida de temperatura.- El contenido del horno deberá ser fácilmente accesible para medir la temperatura. Unas condiciones de fusión constante, una vez que el horno está caliente, reducción al mínimo el número de ocasiones en que haya que tomar la temperatura.

Tipos de hornos disponibles

Salvo en los casos que se indique otra cosa, un horno podrá aceptarse para quemar petróleo, gas o fuel oil.

1. Hornos de crisol

Son, quizás, los más convenientes utilizados en las fundiciones de bronce, y pueden fundir toda la gama de aleaciones que normalmente se utilizan. Presentan la ventaja de su extraordinaria flexibilidad; pero tienen un rendimiento térmico de sólo 10 a 20%. Las pérdidas de fusión pueden mantenerse en un mínimo, y la accesibilidad para la adición de fundentes, etc., para medir la temperatura o para desgasificar es buena. El trabajo de colocar y sacar crisoles de los hornos fijos puede ser considerable, especialmente en el caso de grandes tamaños, y es conveniente disponer de algún mecanismo elevador y manipulador. Se fabrican en tamaños de hasta 1,750 Kgs. y se dividen en las clases siguientes:

- a) **Fijos:** Cuando el crisol se extrae del horno y se lleva a los moldes para la colada.
- b), **Basculantes:** Cuando el metal se vierte a una cuchara para su transporte a los moldes.

a) Fijos (Figura No. 4)

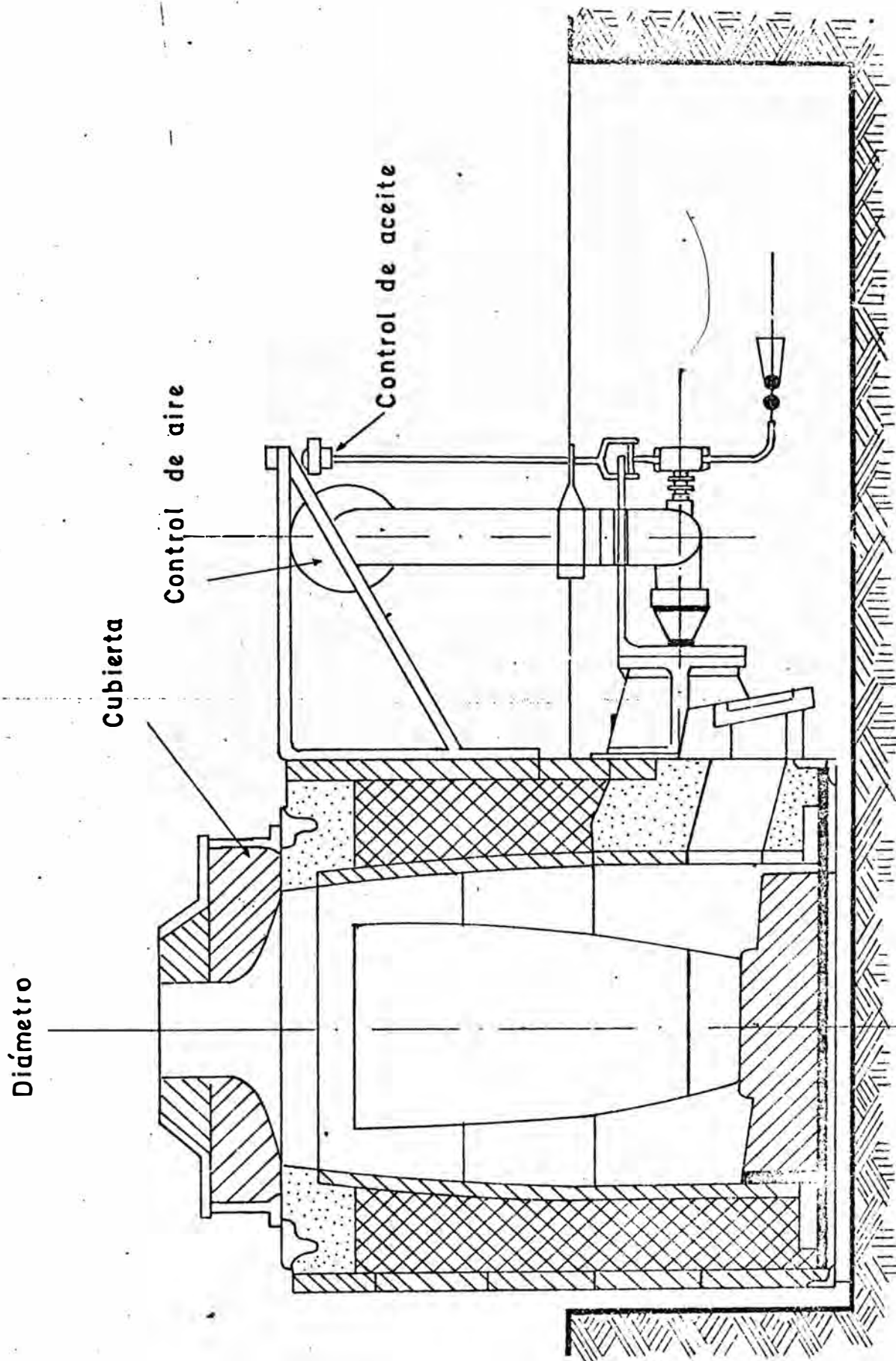
Se fabrican en una gama de tamaños adecuados para alojar crisoles de 15 a 150 Kg. de capacidad. Tienen la ventaja de una extrema flexibilidad, pues pueden utilizarse diferentes crisoles para diferentes aleaciones y, en parte, también pueden usar crisoles de distinto tamaño en el mismo horno para adaptarse a la producción necesaria.

b) Basculantes

Se emplean cuando se necesita una producción relativamen-

HORNO DE CRISOL FIJO

FIGURA N° 4



te grande de una aleación determinada. El crisol permanece normalmente en el horno hasta el fin de su vida, que es mas larga que en el caso de los hornos fijos, porque hay menos peligro de daños físicos por una manipulación descuidada. Normalmente, el horno está proyectado para bascular alrededor de su eje central; pero esto tiene el inconveniente de que el pico de colada se mueve durante la descarga. Este inconveniente se evita utilizando como eje de basculamiento el del pico, y el horno bascula por medio de cilindros hidráulicos, lo cual permite un exacto control sobre el chorro de la colada, incluso a velocidades de colada muy bajas.

La capacidad de los hornos basculantes sobre el eje central abarca desde los 70 hasta 750 Kgs. mientras que los basculantes sobre el eje de pico comprenden desde 200 hasta 750 Kgs. (utilizando el crisol tradicional tipo alto), o bien desde 500 hasta 1,750 Kgs. cuando se emplea un crisol ancho. El crisol ancho muy abierto permite el empleo de trozos de chatarra mucho mayores que con el crisol alto y, por consiguiente, es más barato para la producción.

Merece ser mencionado un horno de crisol rotatorio para fundir linaduras, recortes y chatarra similar menuda. Es horno está proyectado con un crisol en forma de una botella que trabaja con un ángulo de unos 50° con respecto a la vertical. El cuerpo y el crisol giran continuamente durante la fusión, poniendo asimismo el metal en contacto con la pared caliente del crisol y pasando en cada vuelta el metal no fundido al interior y por debajo del baño fundido. Las pérdidas por oxidación (por regla general muy elevadas para este tipo de material) se reducen muy considerablemente.

2. Hornos de reverbero

Estos hornos, que pueden ser fijos o basculantes, consisten, e

sencialmente, en un baño poco profundo, que se calienta por medio de la llama desde la parte superior. Los tiempos de fusión son rápidos y el consumo de combustible bajo porque el baño se calienta por contacto con la llama, por radiación de la propia llama y por la radiación térmica de la nampostería del horno, que a su vez, se ha calentado por la radiación de las llamas.

Como quiera que la llama debe ser oxidante para que el combustible se quemé completamente y como la superficie del baño expuesta a la llama es grande en relación con su profundidad, se dan las condiciones para una rápida oxidación del metal fundido y, por consiguiente, para una elevada pérdida de metal. Esto se puede reducir manteniendo el tiempo de fusión lo más corto posible, de forma que el volumen de oxidación sea bajo aún cuando la proporción sea alta, así como también mediante el empleo de una adecuada cobertura de fundente, siendo condición importante la de que se mantenga una viscosidad suficientemente alta para evitar el barrido de esta cobertura por la fuerza de la llama.

El rendimiento térmico de estos hornos es superior al de los hornos de crisol llegando a alcanzar un rendimiento del 75%. El costo de la mano de obra es inferior, pero la accesibilidad es pequeña y la desgasificación se ve dificultada por la escasa profundidad del baño.

Las pérdidas de fusión son mas elevadas (generalmente, del orden del 3 al 6%), y se debe tener cuidado para evitar inclusiones gaseosas.

3. Hornos semi-rotatorios v rotatorios

Son similares, en muchos aspectos, a los de reverbero; pero están contruídos para girar sobre un eje horizontal durante la fusión. Tales hornos, aparte de utilizar el calor radiado por la llama de combustión, permiten también, por su rotación, que el metal capte por conducción calor de las paredes refractarias calientes cuando están por debajo de la línea del metal estáti-

tico. Además se mejora la mezcla de la carga. El sistema de rotación puede ser mecánico y automático (rotatorio) o a mano (semi rotatorio).

Las mismas ventajas e inconvenientes de los hornos reverbero se aplican también a estos hornos.

4. Hornos eléctricos

De los diversos tipos disponibles para fundir aleaciones de cobre, los de arco indirecto, resistencia oscilante, inducción de baja frecuencia e inducción sin núcleo de alta frecuencia, todos tienen inconvenientes (uno de los cuales es el elevado costo de capital y el elevado costo de la corriente), lo que reduce su utilidad, salvo para las fundiciones muy especializadas que trabajan con una gama limitada de aleaciones. Sin embargo, los hornos de inducción sin núcleo de frecuencia normal y media son menos costosos y se pueden utilizar para las aleaciones de cobre normales. Todos estos hornos tienen una acusada acción agitadora que coadyuva a la mezcla de las cargas fundidas y, como quiera que no haya productos de combustión, la posibilidad de captación de gas se reduce considerablemente.

5.3 Crisoles

Los hornos de crisol son, con mucho, los más corrientes de los empleados en las fundiciones no férreas.

Los crisoles fijos se fabrican esencialmente en tres formas. Durante muchos años, los crisoles se han fabricado de una mezcla de arcilla y grafito; pero en la actualidad se cuenta con crisoles en los que el grafito se ha sustituido por el carbono de silicio y el ligante de arcilla por carbono. En términos generales la adición de carburo de silicio mejora la resistencia al choque térmico, aumentando la duración, mientras que el empleo de un ligante de carbono aumenta la conductibilidad térmica, proporcionando una fusión más rápida. Sin embargo, estas ventajas solo se obtienen a expensas de

un costo inicial más elevado. Si se desea que la duración del crisol sea satisfactoria, deberán adoptarse ciertas precauciones, cualquiera que sea la clase de crisol empleado.

Todos los crisoles se deben calentar lentamente, pues con calentamiento demasiado rápido o desigual produce un choque térmico. Por la misma razón, cuando estén calientes, nunca se deberán exponer a corrientes de aire frío. El choque térmico puede ocasionar agrietamiento, y tales grietas, generalmente horizontales en la pared inferior que forma el fondo del crisol o verticales en el borde superior, van frecuentemente acompañadas de una desescamación del vidriado.

Los crisoles se deberán manejar con cuidado, pues muchos fallos se deben a la mala aplicación de las tenazas, las cuales deberán agarrar el crisol por lo menos mas abajo del tercio superior de su altura y las pinzas apoyarán en toda su longitud y no solamente en las puntas. El arco de las tenazas deberá estar abierto, de forma que no esté en contacto con la parte superior del crisol. En los hornos fijos, no se permitirá que el crisol se adhiera a su base: un poco de polvo de coque en la base, lo impedirá. Si el crisol se adhiere al horno, se deberá tener mucho cuidado para desprenderlo sin que sufra daños y no se deberá hacer palanca en su borde superior o cerca del mismo. Al cargar, no se dejarán caer los lingotes y piezas metálicas pesadas, sino que se colocarán con cuidado, evitando el acuñamiento, pues si una pieza de metal frío se introduce en forma de cuña en un crisol caliente, su subsiguiente dilatación puede producir una fisura, generalmente, en forma de una grieta vertical en el punto de presión interior.

Los crisoles se deberán limpiar por raspado después de cada fusión para evitar la formación de incrustaciones o escorias en el interior, lo que reduciría la fusión al reducir la transmisión de calor al crisol. También se evitará rigurosamente el recalentamiento o el "estofado" (mantenimiento del metal a tem-

temperatura elevada durante largos períodos), pues esto no solamente reduce la vida del crisol, sino que aumenta la pérdida de metal y es una de las causas más evidentes de la absorción de gas.

Los crisoles se almacenarán en lugar seco, porque, de lo contrario, pueden absorber humedad de la atmósfera; se calentarán lentamente durante el primer calentamiento, con el fin de permitir el desprendimiento de la humedad.

5.4 Procedimiento de fusión

La fusión es una de las operaciones más importantes en la fundición de aleaciones de cobre; la calidad de la pieza fundida depende, en gran parte, de la calidad del caldo con que se ha colado, por lo que el objetivo que se debe perseguir en la sala de hornos es el de producir metal de composición correcta, exento de impurezas, óxidos y gas, a la temperatura necesaria y con la menor pérdida de fusión posible. Esto no es difícil de conseguir, siempre que se preste atención al procedimiento correcto.

La carga se deberá pesar correctamente, lo mismo que todas las adiciones, tales como el cobre fosforoso; deberá estar limpia y seca y, en especial, exenta de arena adherida. Se deberá cargar en el horno con cuidado, especialmente en los hornos de crisol, pues es fácil que se produzcan "puentes", obturándose el metal de forma que no llegue continuamente al baño de metal fundido del crisol. Esto puede dar lugar a un gran recalentamiento del metal líquido, ocasionando mayores pérdidas de metal y absorción de gas. También es posible que la dilatación de una pieza de metal, así acuñada, agriete el crisol.

Los quemadores se deberán regular para dar las condiciones de fusión necesarias, pues unos quemadores correctamente regulados proporcionan una fusión más rápida, la máxima economía de combustible y las mínimas pérdidas de fusión. En la fusión de las aleaciones de cobre, los mejores resultados se obtienen con una

llama ligeramente oxidante; es decir, cuando pasa a través del quemador algo más del aire necesario para la completa combustión del fuel, garantizando así que no queda fuel (o carbón) sin quemar en la llama. El fuel sin quemar en la atmósfera del horno representa un mayor peligro de captación de gas por el caldo. La comprobación de las condiciones de fusión correcta es fácil mediante el examen visual de la llama de salida del horno. Una llama amarilla traslúcida con bordes verdes, indica un equilibrio correcto fuel/aire, mientras que una llama opaca y muy luminosa, amarilla o naranja, es incorrecta e indica un exceso de fuel. Tales llamas son relativamente frías y funden lentamente. Deberán evitarse las llamas brillantes, porque indican un exceso de oxígeno, debido al exceso de aire. Tales llamas aumentan drásticamente las pérdidas de fusión, acortan la vida del crisol y aumentan los tiempos de fusión.

Si la fusión se lleva a cabo en la forma descrita, no hay necesidad de más fundentes o cubrientes que el carbón vegetal, que reduce las pérdidas de fusión a un mínimo al evitar la formación de óxidos. Este carbón no deberá estar finamente pulverizado o en forma muy granulada, porque podría ser expulsado del crisol por el soplado del horno; deberá ser siempre precalentado perfectamente antes de la adición al crisol, ya que su naturaleza porosa fomenta la absorción de humedad, que puede ser una fuente de gas en el caldo. Además, se deberá mantener una capa completa de carbón vegetal durante todo el período de fusión. El porcentaje práctico de carbón vegetal es del 1% del peso de la carga.

No es conveniente emplear cobertura de carbón vegetal en un horno de reverbero, porque la fuerza de la llama arrastra al carbón.

Si, a pesar de todas las precauciones, el caldo ha absorbido gas (hidrógeno), y si se necesita un caldo de la máxima calidad, el hidrógeno se puede eliminar, bien haciendo pasar nitrógeno gaseoso a través del caldo, bien mediante el empleo de tabletas

desgasificantes.

Si se hacen pasar burbujas de nitrógeno a través del metal fundido, el hidrógeno presente en el metal se difunde en las burbujas de nitrógeno, y es expulsado a la atmósfera. Se necesita una botella de nitrógeno exenta de humedad (de lo contrario, se introduce más hidrógeno en el metal), prevista de una válvula reductora para permitir la regulación exacta del caudal y de un contador graduado en litros, unido por una manguera rígida a un tubo-desgasificador de grafito (el acero se disolvería en el metal fundido).

El tubo es frágil y deberá ser manejado con cuidado, y, para evitar choques térmicos cuando entre en el metal fundido, deberá ser pre-calentado al rojo mate en la salida del horno. Luego se abrirá el naso del nitrógeno hasta que se obtenga un caudal de unos cinco litros por minuto, y se introducirá el tubo hasta el fondo del caldo.

Es importante que el gas esté pasando cuando el tubo penetre en el metal fundido, porque de lo contrario el metal penetrará en el tubo, donde puede solidificarse e impedir el paso del gas. Cuando el tubo se haya introducido en el metal, la presión del gas se puede graduar para suministrar un caudal de 3 a 10 litros por minuto, que producirá un movimiento de agitación suave, pero acusado, en la superficie del caldo. Un exceso de gas puede hacer que el metal sea expulsado violentamente del crisol. Un período de desgasificación mínimo de 5 minutos (según el volumen de la colada y la cantidad de hidrógeno presente) garantizará exento de gas.

Las tabletas desgasificantes contienen una sustancia que, cuando se sumerge en el metal fundido, se descompone para formar óxido de carbono, que se esparce por el metal, expulsando al hidrógeno disuelto de la misma manera que lo hace el nitrógeno. Tales tabletas pueden humedecerse cuando están expuestas al aire y deben calentarse a 200-500°C, durante una hora, antes de su uso, por

que de lo contrario pueden introducir mas hidrógeno del que eliminan. Cuando la desoxidación sea necesaria, se deberá efectuar después del desgasificado e inmediatamente antes de la colada.

El despumado y la colada son operaciones a las que se debe dedicar minuciosa atención. Con los broncees industriales, la escoria se deberá espesar con una arena silicia seca (tal como la que se emplea para el proceso CO_2) y no con arena de moldeo seca, que contiene arcilla, y, por consiguiente, humedad, que puede introducir hidrógeno en el caldo. Cuando la escoria se haya espesado adecuadamente, deberá ser eliminada por completo y el pico de colada se limpiará perfectamente antes de comenzar el vertido. Se deberá comprobar la temperatura del metal inmediatamente antes del vertido; a estos efectos, hay en el mercado pirómetros que proporcionan un servicio plenamente satisfactorio en las fundiciones, pero que necesitan una verificación periódica. Si no se hace así, pueden producirse graves perturbaciones a causa de unas temperaturas incorrectas. Un punto importante, al que no se dedica suficiente atención, es el de la caída de temperatura debido al empleo de crisoles o cucharas insuficientemente precalentados, los cuales deben estar calientes, por lo menos al rojo mate, cuando se vierte el metal en los mismos.

En el caso de cucharas revestidas, además de la caída de temperatura existe también el gran peligro de la absorción de hidrógeno de la humedad del revestimiento, si no está completamente seco. Para evitar la pérdida de calor por radiación, puede utilizarse ventajosamente una cubierta aislada.

5.5 Métodos de Moldeo

Arenas naturales.- El método tradicional de moldeo en las fundiciones de bronce es en "verde" (es decir, que contiene humedad), utilizando un modelo macizo de madera o metal y apisonado a mano, a máquina o por proyección. Tal arena está naturalmente aglome-

rada, con un contenido en arcilla del 7 al 14%, granos redondeados o subangulares y un contenido de humedad, lo menor posible, no superior al 5.6%. Las piezas fundidas de mayor tamaño se fabrican con arena secada, también, naturalmente, aglomerada, pero con mayor contenido de arcilla o humedad, los moldes ~~se secan en~~ estufas (o en secadores portátiles) a unos 250° , para eliminar la humedad libre.

El principal inconveniente de las arenas, naturalmente aglomeradas, es su falta de estabilidad térmica, que conduce a una descomposición del aglomerante de arcilla a la temperatura del metal fundido. Esto produce la degradación de las propiedades de arena, a no ser que se elimine regularmente una parte de la arena y se añada arena nueva.

Arenas sintéticas.- Consisten en una mezcla de arenas silíceas-aglomeradas con 4.5% de bentonita, frecuentemente con una pequeña proporción de dextrina muy soluble y con un poco de parafina para mejorar la colabilidad y reducir las características de secado al aire. Estas adiciones, desde luego, producen gases y, por consiguiente, no son deseables en una arena para piezas de aleación de cobre; pero este inconveniente se compensa con la mayor permeabilidad y menor contenido en humedad de la arena sintética. Tales arenas son más fáciles de mantener a un nivel de calidad constante que las arenas naturalmente aglomeradas, como consecuencia, en gran parte, de la mayor estabilidad térmica de las arcillas aglomerantes.

Arenas aglomeradas con aceite y resina.- Se utilizan para fabricar machos, ras bien que moldes, y consisten en arenas silíceas-con adiciones de harinas y aceites o resinas, que polimerizan al estado sólido cuando se cuecen. Tales mezclas tienen una larga duración y adecuada resistencia en "verde", mientras que los machos presentan un buen acabado, con bordes delgados y escasa absorción de humedad, excelente colabilidad y escasa formación de gas. En el mercado existen muchas marcas registradas de aglu

tinante, y este tipo de material es, probablemente, el que más se utiliza para materiales destinados a fabricar machos.

Procedimientos del CO₂.- En este procedimiento se mezcla una arena silíceas con 3-4% de silicato sódico, y, en ocasiones, con un agente colapsibilizador, y se endurece haciendo pasar CO₂ gaseoso a través del macho o molde. Las ventajas de este procedimiento - son la precisión de medidas, la facilidad de manipulación de los machos, elevada resistencia a la erosión del metal fundido, bajo contenido de humedad y ausencia de humos desagradables y tóxicos, pero, en la actualidad se dispone de un material desarrollado por la British Non-Ferrous Metals Research Association que mejora considerablemente las propiedades de colapsibilidad a muy bajo costo. Se conocen algunas variantes de este procedimiento, en las que las arenas aglomeradas con silicato sódico se endurecen por medio de aditivos químicos sólidos. Son dudosas, sin embargo, las ventajas de tales procedimientos sobre la rapidez, simplicidad y seguridad del procedimiento normal CO₂, salvo para aplicaciones muy especiales.

Arenas autofraguantes.- Están basadas en derivados del furfural y/o de resinas fenólicas, mezcladas con un catalizador, tal como el ácido fosfórico. Cuando están parcialmente curadas, estas arenas producen mucho gas; el tiempo necesario para un fraguado completo, junto con las malas características de colapsibilidad, justifican la poca popularidad lograda por este tipo de material en la fundición de aleaciones de cobre.

Procedimiento de caja caliente.- Este procedimiento se basa en una variedad de resinas de fenol/urea/furano, con adiciones de catalizadores, que se utilizan para producir rápidamente grandes cantidades de pequeños machos en máquinas.

Procedimiento de la cáscara.- Se trata de un procedimiento similar al de la caja caliente, salvo que aquí se forma una capa relativamente delgada de arena que, desde luego, proporciona una exce

lente colansibilidad. También se logra muy buen acabado y buena precisión dimensional, pero tiene el inconveniente del humo que se produce en la colada, lo que hace necesario un extractor su eliminación.

5.6 Sistemas de Alimentación

El objeto de todo sistema de bebederos o de alimentación, es el de suministrar un medio para que el metal líquido penetre en la cavidad del molde y, en consecuencia deberá estar proyectado para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Circulación suave del metal sin turbulencias en parte alguna del sistema, esté vacía o llena la cavidad del molde.
- b) El metal que entra en el molde deberá estar limpio y exento de óxido o de otras inclusiones nocivas.
- c) La velocidad del metal que entra en el molde deberá ser lo suficientemente baja para evitar la erosión del molde o de la superficie del macho.
- d) El gradiente de temperatura del molde lleno deberá reducir - al mínimo la porosidad de contracción y la deformación, y
- e) El sistema deberá ser lo más corto y sencillo posible (en tanto lo permitan a, b, c y d) para evitar temperaturas de colada innecesariamente elevadas.

Durante los últimos años se han llevado a cabo muchas investigaciones sobre estos sistemas, logrando establecer ciertas condiciones básicas que pueden aplicarse a casi todos los tipos de piezas fundidas y que cumplen la totalidad o la mayoría de los objetivos arriba mencionados. Estos requisitos se representan en la Figura No.5 y son los siguientes:

-Cubeta de colada

Deberá ser, preferentemente, de forma rectangular, para re-

ducir al mínimo la turbulencia, lo suficientemente grande para que se llene fácilmente sin rebosar, y lo suficientemente profunda (8 - 10 centímetros) para evitar la formación de remolinos en la boca del canal de alimentación (canal descendente), el cual tendrá un radio amplio para reducir la turbulencia y evitar la formación de bolsas de aire inmediatamente debajo de la boca.

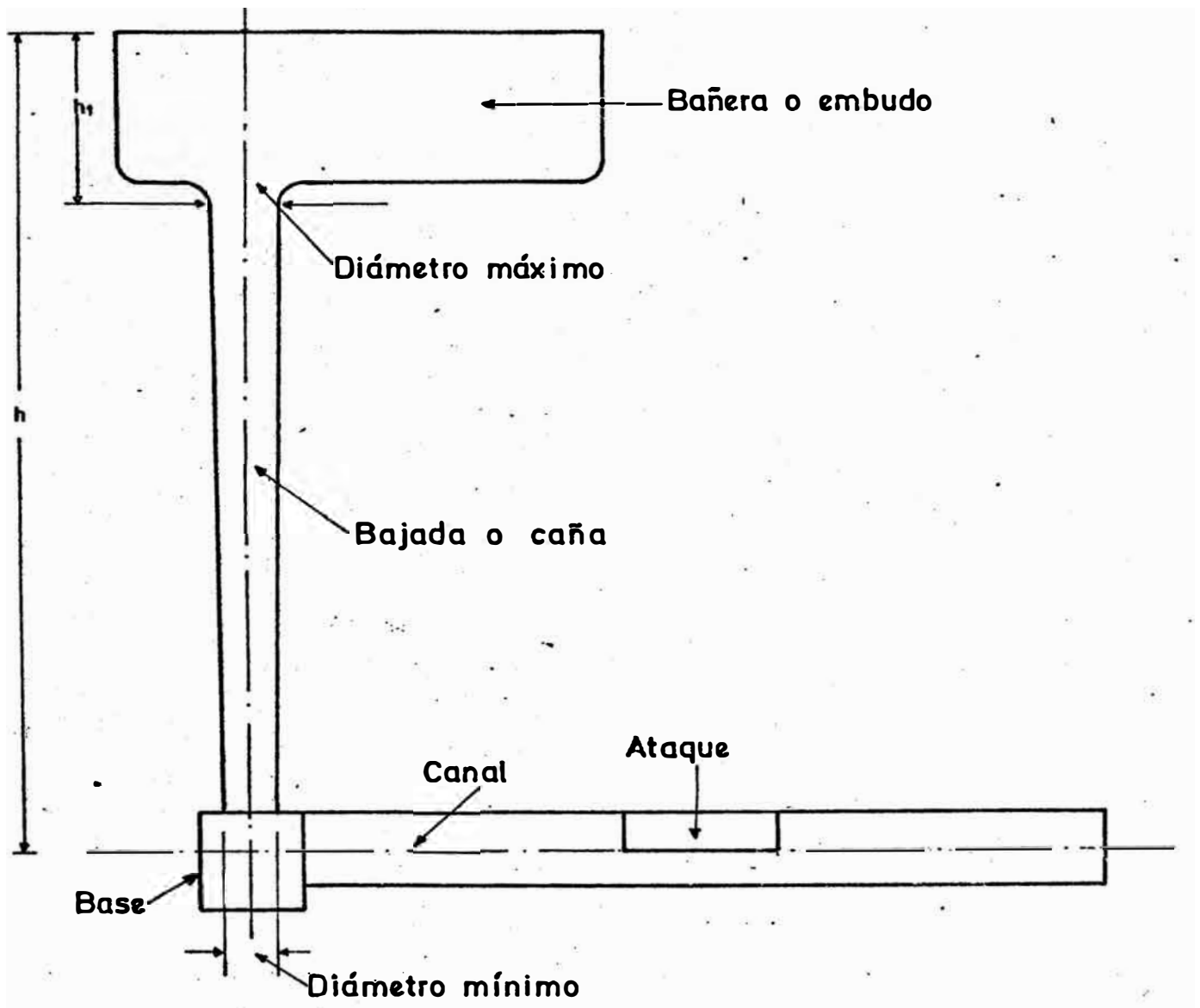
No creo necesario hacer resaltar que la cubeta deberá ser también lo suficientemente amplia para evitar que el chorro del metal caiga directamente en el canal de alimentación, por que esto echaría por tierra la mayoría de los objetivos que se persiguen con el empleo de una cubeta de colada. La cubeta deberá mantenerse llena durante la colada, de forma que la escoria y la suciedad queden flotar en la superficie y no descieran por el canal. Para piezas fundidas grandes, se deberá aumentar el tamaño de la cubeta y se suele utilizar con tapón u obturador para tapar la entrada del canal de alimentación mientras se está llenando la cubeta, evitando que el primer metal (generalmente frío y sucio) descienda por el canal. El tapón se quitará cuando la cubeta esté llena y deberá calentarse bien antes de su uso.

-Bebedero o canal de alimentación

Este es quizá el elemento más importante del sistema y el que recibe, generalmente, la menor atención. Si se deja que un chorro de metal caiga libremente por gravedad adoptará una forma cónica; si se hace caer por un canal de paredes laterales, la corriente metálica se contraerá a partir de las paredes del canal, conforme va ganando velocidad en la caída (hasta que los bebederos estén llenos y se obstruya el fondo del canal) y el aire penetrará en el molde, dando lugar a la formación de óxido y burbuja de aire. Si, por el contrario, el canal es de forma cónica, puede llenarse rápidamente, permitiendo que el metal circule con suavidad hacia los bebede-

FIGURA N° 5

SISTEMA DE ALIMENTACION



ros. La conicidad correcta puede calcularse o leerse en un gráfico (Figura No. 6). El caudal del metal a través del sistema de bebederos depende del diámetro del fondo del canal de alimentación y de su altura.

En la figura No. 7 , se indica el caudal, en kilos por segundo, para diversas alturas del canal y diámetros de la boca. Si una pieza fundida se alimenta por el fondo, es decir, la masa de la pieza queda por encima de la base del bebedero, se deberá aplicar un factor de corrección para tener en cuenta el efecto de la retropresión conforme se llena la cavidad del molde; este factor se da en la figura No. 8 , y debe aplicarse al caudal antes de determinar el diámetro de la boca del canal de alimentación.

-Base del crisol

Se trata de un ensanchamiento en la base del canal de alimentación para recoger el primer metal caído y permitir la reducción de velocidad del caudal del metal y el cambio de dirección con la menor turbulencia y erosión de la arena posibles. Su diámetro y profundidad deberán ser, aproximadamente, dos veces el diámetro de la boca del canal de alimentación.

-Bebedero

Deberá ser preferible de sección rectangular, con una área de la sección transversal de, por lo menos, dos veces la de la sección del fondo del canal de alimentación para reducir así, como mínimo, a la mitad la velocidad del metal. Además, deberá prolongarse bastante más allá de las entradas, con el fin de desviar el primer metal, que contendrá cierta cantidad de óxido, hacia dicha prolongación. Desde luego, se deberá evitar los codos bruscos y los cambios repentinos de sección, por que pueden producir agitación y retención de aire.

DIAMETRO DE LA BOCA DEL CANAL DE ALIMENTACION PARA DIVERSAS ALTURAS ESTATICAS

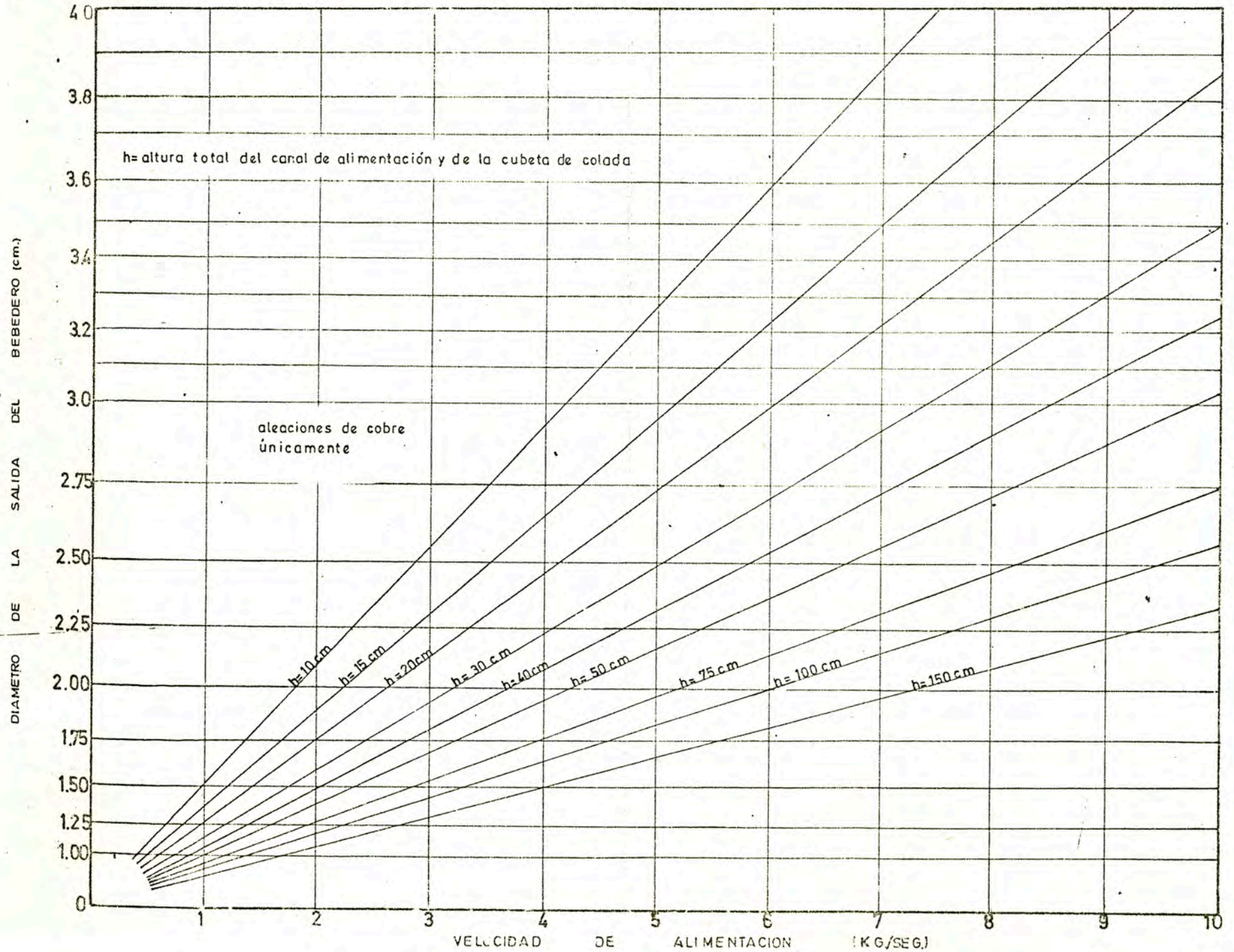


FIGURA N.º 6

DIAMETRO DE LA BOCA DEL CANAL DE ALIMENTACION PARA DIVERSAS ALTURAS ESTATICAS

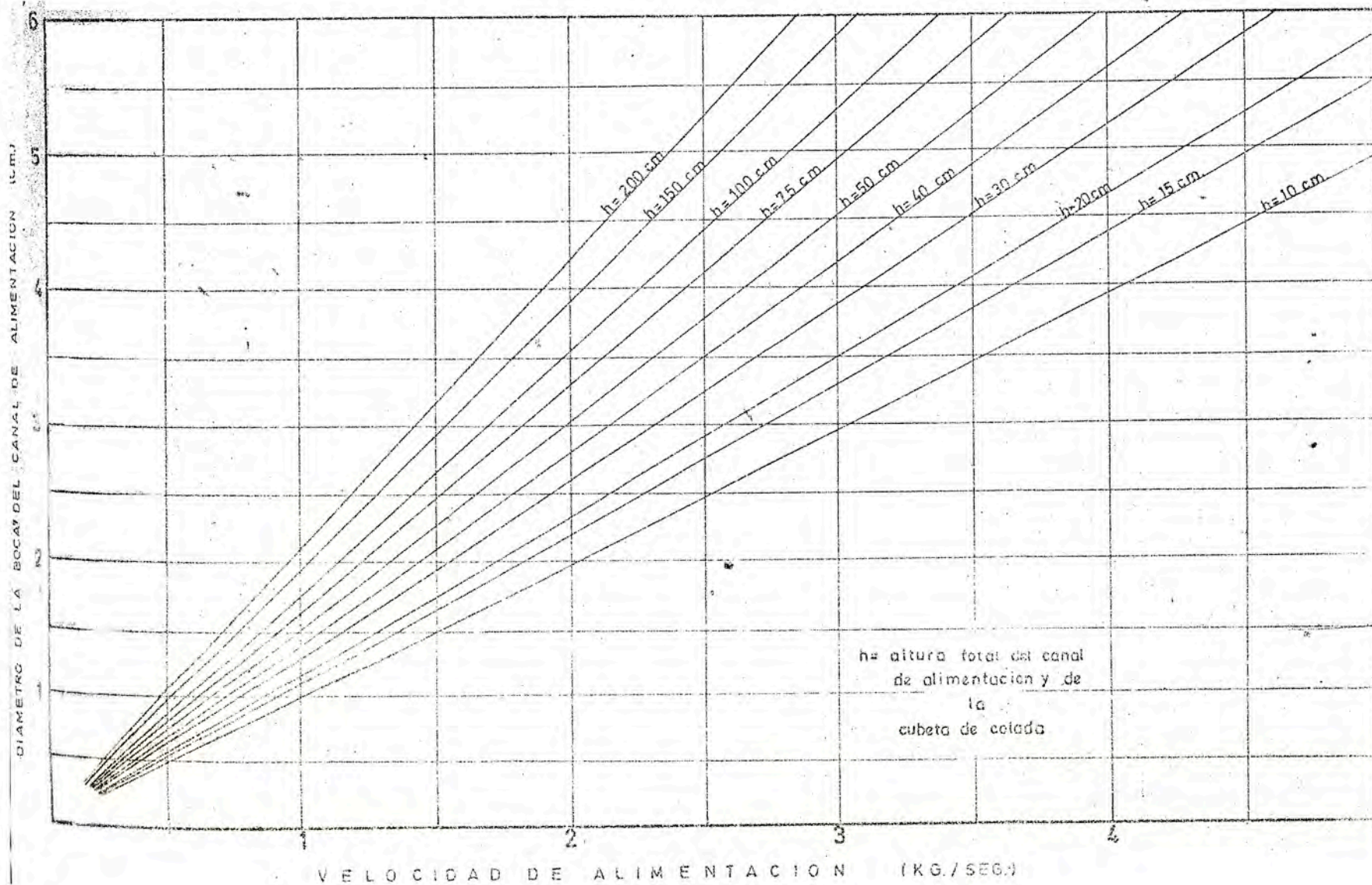
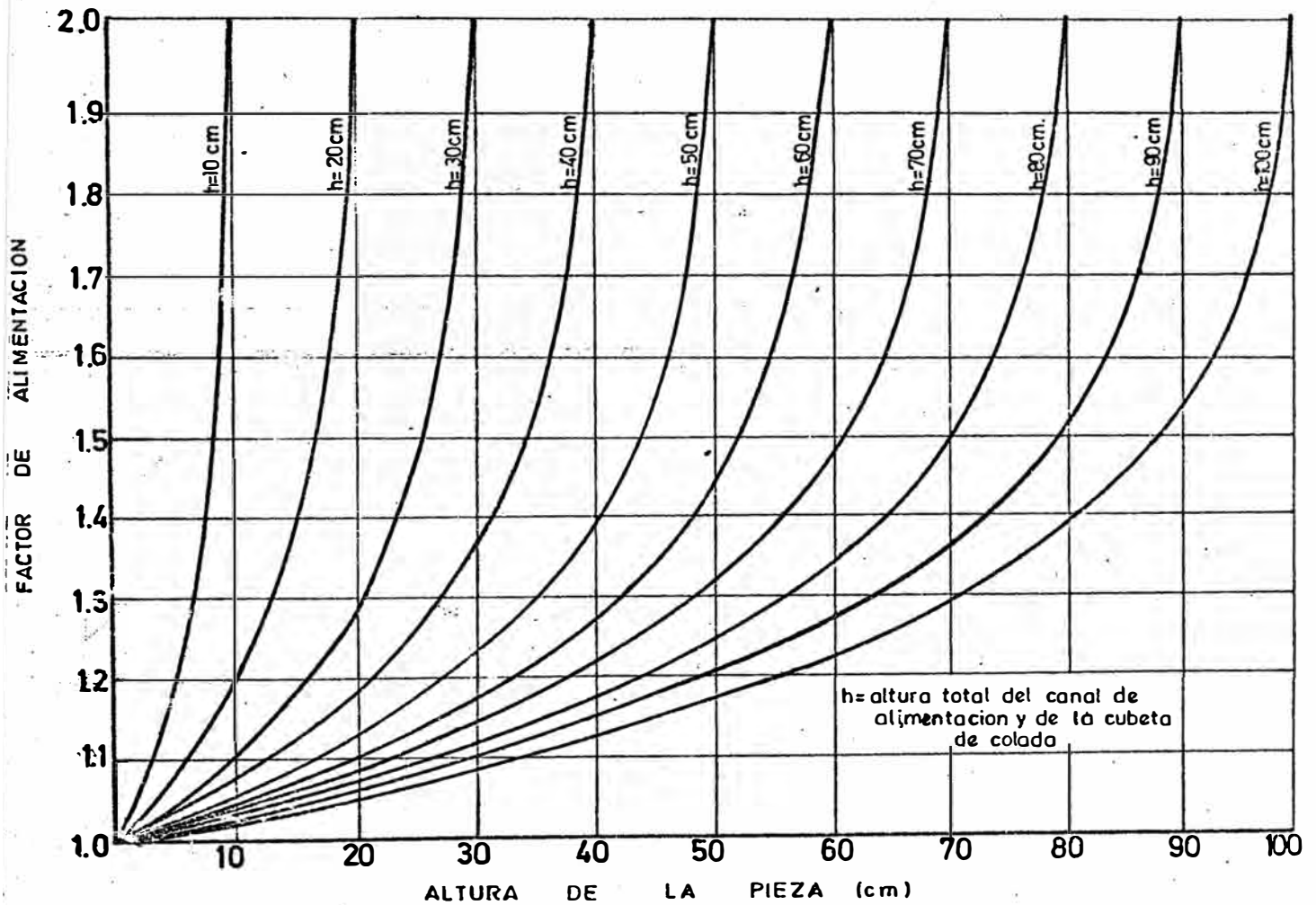


FIGURA N° 7

FIGURA N° 8

FACTOR DE CORRECCION PARA PIEZAS DE DIVERSAS ALTURAS ALIMENTADAS
POR EL FONDO



-Entradas

Siempre que sea posible, deberán arrancar de la parte superior de la barra del bebedero, con el fin de que no entre metal en la pieza fundida, hasta que el bebedero esté lleno. Si hay más de una entrada, es importante asegurarse que el caudal es igual en todas las bocas, cosa que se puede lograr reduciendo la sección a continuación de cada entrada, en una cantidad igual a la sección de dicha entrada.

La relación entre la sección de la parte inferior del canal de alimentación, sección del bebedero, sección total de las en tradas, se conoce con el nombre de relación de alimentación.

Una vez fijado el tamaño del canal de alimentación para proporcionar un caudal determinado, se calcularán las dimensiones del bebedero y de las entradas por medio de la relación. Con aleaciones que no forman escoria fácilmente (por ejemplo, bronce es industriales y fosforosos), la relación debe ser de 1:2:2 a 1:2:4. Con las aleaciones que forman escoria (por ejemplo, el bronce de aluminio), la relación deberá ser: 1:4:4 a 1:4:8, con el fin de reducir la velocidad del metal para que exista menos turbulencia y, por consiguiente, menor formación de escoria.

Los puntos en que las entradas se unen con la pieza, tienen también cierta importancia. En las aleaciones de intervalo de solidificación largo, que son, generalmente, aleaciones que no forman escoria, se admite alguna tolerancia con respecto a los requisitos enunciados, especialmente cuando una observación estricta haría antieconómica la producción, como sucede, por ejemplo, con el moldeo a máquina. En cambio, con las aleaciones de intervalo de solidificación corto (que forma escoria) es esencial asegurarse de que se cumplen estos re quisitos, si se desea obtener una pieza exenta de escoria.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. A pesar que en el Perú el desarrollo de la Industria de Fundición No Ferrosa por el sistema de moldeo a presión es el más dinámico (tasa acumulativa promedio anual de 18.6%), la producción no abastece adecuadamente el consumo interno (se produce solamente alrededor del 25% de piezas fundidas a presión que necesita un auto).
2. La evolución del consumo de piezas fundidas a presión, es fuertemente condicionado por las tendencias de la Industria Automotriz (principalmente las aleaciones de zinc).
3. La programación automotriz (países del Grupo Andino) al limitar al mínimo la variedad de modelos a producir incide favorablemente en la producción de componentes fundidos.
4. Preferencia en la industria de fundición a presión nacional por una especialización en empresas integradas.
5. Centralización de la Industria de Fundición No Ferrosa en Lima y Callao.
6. No existen en el país Centros de Investigación sobre Fundición.
7. La productividad de esta industria en el Perú es muy inferior al promedio mundial.
8. Prevalecen las pequeñas empresas.
9. Puede señalarse la falta de mano de obra calificada como uno de los principales problemas de las fundiciones de metales no férreos actualmente.

6.2 Recomendaciones

1. Apoyo del Gobierno a la Industria de Fundición, con la fi-

nalidad que se oriente a mercados externos; principalmente en los siguientes aspectos:

-Creación de precios domésticos para los metales refinados producidos en el país (cobre, zinc, plomo).

-Facilidades para importar directamente los productos auxiliares de fundición como: Crisoles, productos afinados, aglomerantes, etc.

-Dar normas técnicas nacionales a los productos fundidos.

Esto se reflejará en: Menores costos, mayor empleo de mano de obra nacional, ingreso de divisas, producto garantizado, desarrollo tecnológico, etc.

2. Al no contar nuestro país con yacimientos importantes de mineral de aluminio, se debe tratar de reemplazar este metal en la fabricación de piezas utilizando el sistema de moldeo a presión y en coquilla por el zamac (en muchos casos tecnológica y económicamente es factible hacerlo)

Las bondades del zamac deberán ser divulgadas por una Oficina Técnica.

3. Fortalecimiento de la Industria Auxiliar de Fundición.
4. Se hace imprescindible la creación de un Centro de Investigación Metalúrgico (Transformación de Metales No Ferrosos, Fundición Ferrosa y No Ferrosa), para tal efecto se deberá coordinar con el ITINTEC.
5. Se ha detectado como oportunidad de inversión la instalación de una Planta de Fundición a Presión de Metales No Ferrosos.

La implementación del proyecto se justifica principalmente por:

-La sustitución de importaciones, reduciendo el egreso de

divisas.

-La disponibilidad de materia prima, que le confiere al Pe
rú ventajas de costos de producción con respecto al resto
de países del GRAN.

-La posibilidad de exportación, principalmente al GRAN y
otros países, especialmente dentro del marco de la Deci -
sión 120 (Programa Automotriz).

-Asimilación de una tecnología avanzada en la fabricación-
de productos fundidos a presión.

Se recomienda llevar a cabo el estudio de factibilidad de
este proyecto.

VII. ANEXOS

ANEXO No.1
PRODUCCION MUNDIAL DE PIEZAS FUNDIDAS NO FERROSAS EN MILES DE T.M.
 AÑOS 1970, 1971, 1974

| PAIS | 1970 | | | | 1971 | | | | 1974 | | | |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| | Aleac. Cu. | Aleac. Al. | Magne- sio | Aleac. Zn. | Aleac. Cu. | Aleac. Al. | Magne- sio | Aleac. Zn. | Aleac. Cu. | Aleac. Al. | Magne- sio | Aleac. Zn. |
| Australia | 20.2 | 20.6 | - | 11.8 | - | 17.0 | - | 25.0 | 17.0 | 30.0 | - | 16.9 |
| Austria | 4.3 | 11.6 | - | - | 9.4 | - | -- | - | 4.3 | 9.9 | - | - |
| Belgica | 8.7 | 5.4 | - | - | 5.0 | - | - | 3.3 | 8.4 | 6.8 | - | 5.3 |
| Brasil | 3.0 | 1.1 | 0.4 | 2.3 | 14.7 | 7.4 | 3.7 | 0.4 | 11.0 | 26.9 | 10.3 | 7.3 |
| Canadá | - | 29.7 | 0.8 | 16.1 | - | - | 1.3 | - | - | 45.0 | 1.3 | 20.0 |
| Checoslovaquia | 4.8 | 23.3 | 0.2 | 0.1 | 4.8 | 23.3 | 0.2 | 0.1 | 10.4 | 47.7 | - | - |
| Dinamarca | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.1 | 0.6 | - | - |
| España | 18.4 | 15.7 | - | 50.6 | 17.5 | 42.0 | - | 55.8 | 32.0 | 81.0 | - | - |
| Estados Unidos | 340.5 | 583.3 | 15.4 | 315.9 | 319.8 | 715.4 | 20.0 | 333.8 | 302.0 | 815.1 | 22.1 | 350.5 |
| Filipinas | 0.6 | 0.4 | - | - | 1.2 | 1.5 | - | - | 2.5 | 3.4 | - | - |
| Finlandia | 2.2 | 1.0 | - | 0.4 | 0.8 | - | 0.6 | - | 1.4 | 1.1 | - | 0.5 |
| Francia | 43.1 | 141.3 | 0.6 | 36.8 | 39.5 | 150.6 | 0.4 | 37.0 | 42.5 | 176.0 | - | 45.1 |
| Gran Bretaña | 72.5 | 135.2 | 1.3 | 74.6 | 72.0 | 132.9 | 1.1 | 69.4 | 71.3 | 134.2 | - | 70.0 |
| Hungría | 1.4 | 15.2 | - | 0.4 | 7.4 | 17.1 | - | 1.1 | 9.3 | 18.6 | - | 1.8 |
| Israel | 2.4 | 1.2 | - | 0.6 | 3.0 | 2.0 | - | 0.8 | 3.5 | 2.6 | 0.05 | 1.0 |
| Italia | 66.0 | 162.0 | 2.3 | 42.0 | 63.0 | 166.0 | - | 44.0 | 61.0 | 212.0 | 1.9 | 43.0 |
| Japón | 119.5 | 335.5 | 0.3 | 60.1 | 112.1 | 334.9 | 0.1 | 60.7 | 120.0 | 395.5 | 0.2 | 61.4 |
| Luxemburgo | 0.3 | 0.08 | - | - | 0.4 | 0.05 | - | - | 0.5 | - | - | - |
| México | 5.3 | - | - | - | 7.2 | - | - | 8.5 | 13.0 | - | - | 18.6 |
| Noruega | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.5 | - | - | - |
| Nueva Zelandia | 4.0 | 2.3 | - | 0.3 | 3.5 | 2.7 | - | - | 4.3 | 3.1 | - | 0.4 |
| Portugal | 4.8 | 0.6 | - | 0.9 | 4.2 | 0.8 | - | - | 1.7 | 1.3 | 0.01 | 1.8 |
| Rep. Arabe Unida | 1.0 | - | - | - | 1.0 | 0.2 | - | 2.3 | - | 0.3 | - | - |
| Rep. de China | 2.3 | 4.7 | - | - | 2.5 | 5.1 | - | - | 2.5 | 6.8 | - | - |
| Rep. Federal Alemana | 98.9 | 241.6 | 40.2 | 65.0 | 91.2 | 227.3 | 39.1 | 60.3 | 85.2 | 233.9 | 23.8 | 59.1 |
| Rep. Sudafricana | 7.8 | 4.4 | - | - | 7.7 | 4.4 | - | 2.5 | 9.1 | - | - | - |
| Suecia | 15.0 | 18.7 | 0.3 | 2.2 | 12.0 | 16.0 | 0.3 | 2.0 | 13.3 | 23.2 | 0.3 | 2.3 |
| Turquía | 0.3 | - | - | - | 0.3 | 0.003 | - | 0.04 | 2.1 | 3.0 | - | 1.6 |
| Venezuela | 0.2 | - | - | - | 5.7 | 3.8 | - | 0.7 | 7.8 | 4.4 | - | 1.1 |
| Yugoslavia | 29.6 | - | - | - | 28.6 | - | - | - | 30.5 | - | - | - |
| Zambia | 6.0 | 0.01 | - | - | 5.0 | - | - | - | 4.4 | 0.01 | - | - |
| TOTAL | 890.2 | 1254.89 | 61.8 | 680.1 | 839.5 | 1870.453 | 66.8 | 707.74 | 882.6 | 2282.41 | 60.46 | 707.7 |

NOTA: Los países que no aparecen en esta relación (con excepción de la U.R.S.S.), no tienen un volumen de producción significativo.

Los datos de este Cuadro representan probablemente el 85% de la producción mundial de piezas-moldeadas.

No se incluye la producción por el método de Fundición a Presión.

FUENTE: Revista Colada. Asociación Técnica de Fundición A.T.F. (España)

A N E X O N° 2

LA FUNDICION NO FERROSA EN JAPON

A.- PRODUCCION DE LA FUNDICION NO FERROSA EN EL JAPON (TM)

| AÑO | ALEAC.MET.LIPEROS. | | | ALEACIONES DE COBRE | | | | | FUNDICION A PRESION | | | | | GRAN TOTAL | |
|------|--------------------|------|--------|---------------------|--------|-------|-------|--------|---------------------|-------|-------|--------|-------|------------|---------|
| | ALUMINIO | MAGN | TOTAL | COBRE | BRONCE | LATON | OTROS | TOTAL | ALUMINIO | ZINC | COBRE | ESTAÑO | PLOMO | | TOTAL |
| 1963 | 44117 | 295 | 44412 | 2759 | 55644 | 15111 | 5573 | 79092 | 46652 | 30553 | 801 | 281 | 369 | 78655 | 202,159 |
| 1964 | 56842 | 117 | 56929 | 4086 | 65548 | 15254 | 5376 | 90264 | 53094 | 33399 | 960 | 305 | 371 | 88130 | 235,323 |
| 1965 | 59323 | 73 | 59396 | 3556 | 61133 | 13999 | 4538 | 83226 | 58581 | 28652 | 826 | 175 | 344 | 88579 | 231,201 |
| 1966 | 73599 | 107 | 73076 | 3370 | 61241 | 13585 | 4942 | 83138 | 70215 | 35253 | 884 | 127 | 364 | 106843 | 263,057 |
| 1967 | 95274 | 139 | 95413 | 4372 | 67713 | 16407 | 6058 | 94549 | 85624 | 42451 | 1257 | 195 | 447 | 129975 | 319,937 |
| 1968 | 122018 | 119 | 122137 | 4819 | 70755 | 18337 | 6549 | 100460 | 111400 | 49882 | 1503 | 166 | 595 | 163546 | 386,143 |
| 1969 | 146527 | 204 | 146732 | 5480 | 74208 | 19861 | 6281 | 105830 | 136344 | 54416 | 2046 | 182 | 599 | 193587 | 446,149 |
| 1970 | 177831 | 257 | 178088 | 6174 | 81312 | 23215 | 6304 | 117005 | 157699 | 59216 | 2586 | 204 | 716 | 220421 | 515,514 |
| 1971 | 171253 | 154 | 171407 | 5863 | 76164 | 21725 | 6223 | 109975 | 163719 | 60459 | 2184 | 160 | 86 | 226608 | 507,990 |
| 1972 | 163285 | 225 | 163510 | 5536 | 77003 | 20805 | 4951 | 108295 | 203426 | 63830 | 2124 | 127 | 35 | 269542 | 541,347 |
| 1973 | 183568 | 229 | 183797 | 6712 | 87461 | 23032 | 5728 | 122933 | 232506 | 73861 | 2435 | 413 | | 309215 | 615,945 |
| 1974 | 172790 | 192 | 172982 | 7223 | 84248 | 21058 | 4745 | 117274 | 222732 | 59877 | 2717 | 1495 | | 286821 | 577,077 |

FUENTE : Foundry Statistics of Japan 1974. Japan General Foundry Center Foundation.

B. PERSONAL OCUPADO EN LA INDUSTRIA DE FUNDICION

NO FERROSA EN JAPON

(UNIDADES)

| AÑO | FUNDICION POR - GRAVEDAD | FUNDICION A PRE- SION | TOTAL |
|------|-----------------------------|--------------------------|--------|
| 1969 | 24,895 | 13,197 | 38,092 |
| 1970 | 22,221 | 13,355 | 35,576 |
| 1971 | 20,144 | 12,864 | 33,088 |
| 1972 | 18,472 | 13,632 | 32,104 |
| 1973 | 18,195 | 13,826 | 32,021 |
| 1974 | 17,369 | 13,099 | 30,468 |

C. NUMERO DE EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DE FUNDICION

NO FERROSA

| TIPO | AÑOS | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| FUNDICION POR GRAVE DAD | | 264 | 241 | 251 | 233 | 240 |
| FUNDICION A PRESION | | 105 | 103 | 118 | 115 | 115 |
| TOTAL | | 369 | 344 | 369 | 348 | 355 |

FUENTE: Foundry Statistics of Japan 1974. Japan General Foundry.
Center Foundation.

D. PRODUCTIVIDAD TM/HOMBRE

| AÑO | FUNDICION A PRESION |
|------|---------------------|
| 1970 | 16.5 |
| 1971 | 17.6 |
| 1972 | 19.8 |
| 1973 | 22.4 |
| 1974 | 21.9 |

E. PRODUCTIVIDAD VBP/HOMBRE

Unidad:1000 Yen

| AÑO | FUNDICION POR GRAVEDAD | FUNDICION A PRESION |
|------|------------------------|---------------------|
| 1970 | 7638.5 | 7,140.2 |
| 1971 | 8105.3 | 7,482.7 |
| 1972 | 7702.7 | 9,442.3 |
| 1973 | 9614.9 | 11,030.2 |
| 1974 | 12881.6 | 13,698.7 |

FUENTE: Foundry Statistics of Japan 1974. Japan General Foundry.
Center Foundation.

A N E X O No. 3

LA FUNDICION NO FERROSA EN LA REPUBLICA FEDERAL ALEMANA

A. PRODUCCION DE LA INDUSTRIA DE FUNDICION ALEMANA DE

1950 a 1970 (en 1000 TM)

| AÑOS | ALEACIONES NO FERREAS | | |
|------|------------------------|------------------------|-------|
| | ALEACIONES LI GERAS | ALEACIONES PE SADAS | TOTAL |
| 1950 | 30 | 52 | 82 |
| 1951 | 42 | 63 | 107 |
| 1952 | 48 | 59 | 107 |
| 1953 | 53 | 62 | 115 |
| 1954 | 69 | 80 | 149 |
| 1955 | 89 | 98 | 187 |
| 1956 | 88 | 101 | 189 |
| 1957 | 91 | 101 | 191 |
| 1958 | 99 | 99 | 198 |
| 1959 | 113 | 103 | 221 |
| 1960 | 151 | 127 | 278 |
| 1961 | 152 | 134 | 286 |
| 1962 | 156 | 126 | 282 |
| 1963 | 167 | 123 | 290 |
| 1964 | 204 | 148 | 352 |
| 1965 | 204 | 155 | 370 |
| 1966 | 212 | 135 | 347 |
| 1967 | 179 | 123 | 302 |
| 1968 | 227 | 151 | 378 |
| 1969 | 270 | 170 | 440 |
| 1970 | 282 | 172 | 454 |

FUENTE: Asociación Técnica de Fundición (España).

B.- PORCENTAJES DE PRODUCCION TOTAL DE MATERIALES

| | 1950 | 1960 | 1970 |
|--|-------|-------|-------|
| Fundición gris (incluido grafito esferoidal) | 34.3 | 81.2 | 78.7 |
| Acero moldeado | 7.9 | 8.0 | 7.3 |
| Fundición maleable | 4.2 | 4.7 | 5.5 |
| Aleación de hierro-carbono Total | 96.4 | 93.9 | 91.5 |
| Metales ligeros | 1.3 | 3.3 | 5.3 |
| Metales pesados | 2.3 | 2.8 | 3.2 |
| Metales no Férreos; Total | 3.6 | 6.1 | 8.5 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

FUENTE : Asociación Técnica de Fundición

C.- EMPRESAS, TRABAJADORES Y VOLUMEN DE VENTAS

EN LA INDUSTRIA DE LA FUNDICION

(1950 - 1970)

| AÑO | FUNDICION DE HIERRO, ACERO Y MALLEABLE | | | FUNDICION DE METALES NO FERREOS | | |
|------|--|-------------------|--|---------------------------------|-------------------|--|
| | N° DE FUNDICIONES | OBREROS (EN 1000) | VOLUMEN DE VTAS. (En miles de millones de DM). * | N° DE FUNDICIONES | OBREROS (EN 1000) | VOLUMEN DE VTAS (En miles de millones de DM) * |
| 1950 | 1,111 | 136 | 1,120 | 632 | 16 | 0.177 |
| 1951 | 1,167 | 154 | 1,753 | 988 | 20 | 0.364 |
| 1952 | 1,180 | 155 | 2,169 | 1,103 | 20 | 0.327 |
| 1953 | 1,165 | 148 | 1,976 | 1,123 | 21 | 0.309 |
| 1954 | 1,124 | 161 | 2,243 | 1,101 | 24 | 0.385 |
| 1955 | 1,127 | 178 | 2,816 | 1,163 | 28 | 0.547 |
| 1956 | 1,121 | 180 | 3,149 | 1,141 | 30 | 0.568 |
| 1957 | 1,116 | 179 | 2,993 | 1,134 | 30 | 0.530 |
| 1958 | 1,109 | 168 | 2,889 | 1,094 | 31 | 0.542 |
| 1959 | 1,132 | 180 | 2,952 | 1,051 | 32 | 0.603 |
| 1960 | 1,115 | 190 | 3,624 | 1,080 | 36 | 0.855 |
| 1961 | 1,107 | 188 | 3,951 | 1,044 | 37 | 0.829 |
| 1962 | 1,087 | 181 | 3,895 | 1,063 | 36 | 0.750 |
| 1963 | 1,064 | 173 | 3,677 | 1,042 | 36 | 0.757 |
| 1964 | 1,040 | 182 | 4,117 | 1,074 | 39 | 0.981 |
| 1965 | 1,019 | 176 | 4,390 | 1,046 | 41 | 1.151 |
| 1966 | 964 | 157 | 4,066 | 1,069 | 38 | 1.078 |
| 1967 | 919 | 145 | 3,543 | 1,043 | 34 | 0.938 |
| 1968 | 898 | 155 | 3,891 | 1,029 | 36 | 1.141 |
| 1969 | 886 | 162 | 4,767 | 924 | 41 | 1.491 |
| 1970 | 851 | 163 | 5,300 | 909 | 42 | 1.764 |

(*) : A partir de 1968, sin impuestos

D.M. : Dentsh Mark - Marco Alemán

FUENTE : Asociación Técnica de Fundición

D. REPARTO DE FUNDICIONES DE METALES NO FERROSOS SEGUN

EL NUMERO DE OBREROS*

| OBREROS | 1-49 | 50-199 | 200 - 499 | 500 - 999 | 1000 y más | TOTAL |
|--------------------|-------|--------|-----------|-----------|------------|--------|
| Número de empresas | 415 | 85 | 18 | 6 | 5 | 529 |
| Porcentaje (%) | 78.4 | 16.1 | 3.4 | 1.1 | 1.0 | 100.0 |
| Número de Obreros | 5,948 | 7,917 | ** | 4,153 | ** | 29,294 |
| Porcentaje (%) | 18.7 | 27.0 | - | 14.2 | - | 100.0 |

(*) Solamente para fundiciones de participación importante

(**) No especificada por razones particulares, pero comprendida en la cifra total

FUENTE: Asociación Técnica de Fundición (España)

E. SUMINISTROS DE ALEACIONES NO FERREAS EFECTUADO EN 1970

A LOS DIFERENTES SECTORES DE COMPRA EN %

| SECTORES | ALUMINIO % | MAGNESIO % | COBRE % | ZINC % |
|--|---------------|---------------|------------|-----------|
| Constitución de vehículos | 54.1 | 91.5 | 2.1 | 56.9 |
| Constitución mecánica | 18.1 | 4.5 | 51.0 | 5.1 |
| Construcción eléctrica | 11.0 | 2.4 | 3.9 | 10.4 |
| Mecánica de precisión y óptica | 2.5 | 0.6 | 1.9 | 2.0 |
| Vivienda, objetos de arte moldeados y fundición de campanas. | 2.7 | - | 3.9 | 1.4 |
| Varios | 11.6 | 1.0 | 37.2 | 24.2 |
| | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

A N E X O N ° 4

FUNDICION A PRESION

A.- PRODUCCION DE PIEZAS COLADAS A PRESION EN 1967

(EN MILES DE TONELADAS)

| | ALUMINIO | ZINC | COBRE | MAGNESIO | OTROS | TOTAL | % |
|---------------------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| Alemania Occidental | 53.0 | 40.6 | 6.1 | 27.5 | 1,8 | 129.0 | 29.0 |
| Francia | 30.1 | 31.0 | 1.3 | - | 0.1 | 62.5 | 14.0 |
| Inlaterra | 41.3 | 64.0 | - | - | - | 105.3 | 23.6 |
| Italia | 68.0 | 28.4 | 0.8 | - | 0.8 | 98.0 | 21.9 |
| Austria | 2.5 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | - | 3.2 | 0.7 |
| Bélgica | 1.3 | 1.2 | - | - | - | 2.5 | 0.6 |
| Finlandia | 0.7 | 0.1 | 0.4 | - | 0.1 | 1.3 | 0.3 |
| Suecia | 4.2 | 0.9 | 1.5 | - | - | 6.6 | 1.5 |
| España | 11.0 | 9.0 | - | - | - | 20.0 | 4.4 |
| Dinamarca | | | | | | | |
| Noruega | | | | | | | |
| Países Bajos | | | | | | | |
| Portugal | 5.4 | 11.3 | 1.2 | - | - | 17.9 | 4.0 |
| Suiza | | | | | | | |
| Turquía | | | | | | | |
| Europa Occidental | 217.5 | 186.9 | 11.6 | 27.5 | 2.8 | 446.3 | 100.0 |
| Estados Unidos | 397.8 | 376.8 | 11.7 | 8.3 | 13.0 | 807.6 | 181.0 |
| Japón | 85.6 | 42.5 | 1.3 | - | 0.6 | 130.0 | 29.1 |

FUENTE : Asociación Técnica de Fundición (A.T.F.)

B. PRODUCCION DE PIEZAS COLADAS A PRESION "PER CAPITA"

(1967)

| MERCADO COMUN EUROPEO | PRODUCCION "PER CAPITA" EN KG. | | |
|-----------------------|--------------------------------|------|-----------------------------|
| | ALUMINIO | ZINC | FUNDICION A - PRESION TOTAL |
| Alemania Occidental | 0.9 | 0.7 | 2.2 |
| Francia | 0.6 | 0.65 | 1.3 |
| Belgica | 0.15 | 0.15 | 0.3 |
| Italia | 1.3 | 0.55 | 1.9 |
| Media | 0.73 | 0.51 | 1.42 |
| Austria | 0.35 | 0.05 | 0.45 |
| Inglaterra | 0.8 | 1.2 | 2.0 |
| España | - | 0.3 | - |
| Finlandia | 0.15 | 0.05 | 0.3 |
| Noruega | - | 0.2 | - |
| Suecia | 0.5 | 0.1 | 0.85 |
| Media | 0.45 | 0.3 | 0.9 |
| U.S.A. | 2.0 | 1.9 | 4.0 |
| Japón | 0.85 | 0.4 | 1.3 |

FUENTE: Asociación Técnica de Fundición (España)

C. CONSUMOS APROXIMADOS POR SECTORES INDUSTRIALES (%)

| | METAL | ALEMANIA OCCIDENTAL | FRANCIA | INGLATERRA* | U.S.A.** | JAPON |
|-----------------------|----------|------------------------|---------|-------------|----------|-------|
| TRANSPORTE | Aluminio | 49.7 | 77.7 | - | 43.6 | 63.4 |
| | Zinc | 65.0 | 47.3 | 60 | 46.1 | 42.9 |
| ELECTROTECNIA | Aluminio | 20.4 | 4.1 | - | 2.2 | 17.0 |
| | Zinc | 9.8 | 7.9 | - | 4.2 | 22.7 |
| CONSTRUCCION MECANICA | Aluminio | 19.5 | 4.2 | - | 27.7 | 4.2 |
| | Zinc | 3.7 | 7.2 | 11 | 24.7 | 11.1 |
| CONSTRUCCION | Aluminio | 0.4 | 0.7 | - | 2.1 | 1 |
| | Zinc | 6.8 | 17.7 | 11 | 4.8 | 10.8 |
| MENAJE | Aluminio | 7.1 | 11.5 | - | 13 | 5.7 |
| | Zinc | 7.7 | 11.7 | 9 | 16 | 4 |
| | Aluminio | 2.9 | 1.3 | - | 11.4 | 2.6 |
| | Zinc | 5 | 8.2 | 9 | 4.2 | 8.7 |

* Sólo zinc

** Sólo la producción de encargo, no la integrada

FUENTE: Asociación Técnica de Fundición (España)

A N E X O No. 5

EVOLUCION DEL COSTO DEL SALARIO MEDIO POR HORA DE TRABAJO
EN LA INDUSTRIA DE FUNDICION Y DEL INDICE DE PRECIOS DE
CONSUMO EN EUROPA OCCIDENTAL ENTPE OCTUBRE DE 1974 Y
OCTUBRE DE 1975

| P A I S | (EN UNIDADES MONETARIAS DEL PAIS RESPEC - TIVO) | | |
|---------------------|---|--------------|-------------|
| | OCTUBRE 1974 | OCTUBRE 1975 | VARIACION % |
| Alemania Occidental | 16.09 | 17.50 | 8.76 |
| Austria | 71.72 | 86.19 | 20.18 |
| Bélgica | 244.30 | 281.26 | 15.13 |
| Dinamarca | 31.926 | 38.304 | 20.17 |
| España | 150.86 | 201.97 | 33.88 |
| Finlandia | 16.072 | 20.21 | 25.75 |
| Francia | 17.131 | 19.715 | 15.08 |
| Gran Bretaña | 131.50 | 164.03 | 24.74 |
| Holanda | 13.893 | 14.745 | 6.13 |
| Italia | 2550.53 | 3600.00 | 41.14 |
| Noruega | 33.15 | 39.15 | 18.13 |
| Suecia | 26.25 | 31.64 | 20.53 |
| Suiza | 18.40 | 19.20 | 4.35 |

FUENTE: Comité de Asociaciones Europeas de Fundiciones.

A N E X O N ° 6

PROPIEDADES MEDIAS DE LAS ALEACIONES TÍPICAS UTILIZADAS EN
LOS PROCEDIMIENTOS DE ELABORACION MECANICA

| PROCESO | ALEACION | RESIST. A LA TRACCIÓN. Kg/mm ² | LÍMITE DE FLUENCIA Kg/mm ² | ALARGAMIENTO. % |
|----------------------|--|--|--|--------------------|
| Moldeo en Arena | Fierro 3.3%C 0.7% Mn. | | | |
| | Fundido 1.8%Si el resto Fe | 22.5 | - | 7.5 |
| | Aluminio 5%Si el resto Al | 13.3 | 6.3 | 6.0 |
| Moldeo en Coquilla | Aluminio 5%Si el resto Al | 16.8 | 6.3 | 9.0 |
| Moldeo por Inyección | Aluminio 5%Si el resto Al | 21 | 9.8 | 7.0 |
| | Zinc 4%Al 0.04 Mg 1%Cu el resto Zn | 33 | - | 7.0 |
| Colada Cen trífuga. | Bronce-Al 9%Al 3% Fe resto Cu | 61.8 | 22.5 | 40.0 |
| Forja | Bronce-Al 9%Al 3% Fe resto Cu | 59.7 | 24 | 42.0 |
| | Magnesio 3%Al 0.3% Mn 1%Zn el resto Mg. | 26.7 | 17.5 | 15.0 |
| Laminación | Magnesio 3%Al 0.3% Mn. 1%Zn el resto Mg. | 26 | 15.5 | 21.0 |
| Extrusión | Magnesio 3%Al 0.3% Mn. 1%Zn el resto Mg. | 27.4 | 18.3 | 15.0 |
| Estirado en Frio | Acero 0.4%C el resto Fe 0.8%Mn. | 80.8 | 52 | 12.0 |
| Metalurgia de polvos | Hierro | 24.6 | 17.5 | 7.0 |
| Electroconformación. | Níquel | 77.3 | - | 16.0 |

FUENTE Asociación Técnica de Fundición (A.T.F.)